برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس تشغيل مياه

اقتصاديات التشغيل – الدرجة الثالثة

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـــــهـــــرس

مقدمة: ٤

١. المادة أو الخامات (Materials): ٥

٢. الماكينة أو المعدة (Machine): ٥

٣. القوى العاملة (Man): ٥

٤. الطريقة (Method): ٦

٥. المواصفات (Specifications Mode): ٦

٦. الإدارة والتنظيم (Management): ٦

٧. السوق (Market): ٦

٨. النقود (Money): ٦

٩. القياسات (Measurements): ٦

١٠. الصيانة (Maintenance): ٦

١. أداء المحولات الكهربية: ٧

٢. مناورات سحب المياه الخام من المأخذ عن طريق المضخات ٩

البيارات العكرة في الخدمة ٩

بيارات المياه العكرة(١,٢) في الخدمة ٩

٣. الاختيار الاقتصادي الأمثل للطلمبات وملحقاتها ١١

طرق الحد من استهلاك الطاقة ١١

أولا- المفاضلة بين البدائل ١٢

أ. من حيث عدد الوحدات ١٢

ب. من حيث المضخات ١٢

ج. من حيث اختيار المحرك ١٣

ثانيا التصميمات الخاصة بالتركيبات ١٤

خط السحب (SUCTION PIPE) ١٥

٣. مسلوب السحب (NOZZLE) ١٦

٤. مسلوب الطرد (DIFFUSER) ١٦

٥. خط الطرد (DELIVERY PIPE) ١٧

٦. خط الطرد العمومي (HEADER) ١٧

٧. مصافي خط السحب (STRAINER) ١٧

٨. الأكواع (ELBOWS) ١٨

٩. مستوي تركيب المضخات (Pumps Level) ١٩

١٠. تصميـم الخطـوط الناقلــة ١٩
الحــالة الأولــي ٢٠
الحــالة الثانيـة ٢٠
القـدرة الـلازمـة لمقاومـة الاحتكاك ٢٠
الحــالة الأولــي ٢٠
الحــالة الثانــية ٢١
ثالثـا مرحلـة التشـغيل ٢٢
نقطـة تشـغيل وحـدة الضـخ (BEP): ٢٢
حالـة السـحب ٢٣
٤. مصروفات وتكاليف الصيانة ٢٤
أ. تعريفات فنية خاصة بالصيانة ٢٤
ب. التعريفات المالية الخاصة بالصيانة ٢٤
ج. أنواع الصيانة: ٢٥
الصيانة الوقائية: ٢٦
الصيانة الإصلاحية:- ٢٦
الصيانة التوقعية (باستخدام الاهتزازات): ٢٦
د. التحكم وإدارة عملية الصيانة ٢٧
العناصر الأساسية لعملية الصيانة ٢٧
١. الرقابة والسيطرة على أعمال الصيانة ٢٧
٢. برمجة الصيانة (تخطيط وجدوله) ٢٧
٣. وجود سجلات للمعدات ٢٧
٤. توافر قطع الغيار ٢٧
٥. وضع ميزانية لعملية الصيانة ٢٧
سياسة الصيانة ٢٧
إدارة الصيانة الحديثة: ٢٧
أولا النظام: ٢٨
ثانيا التنظيم: ٢٨
ثالثا الإدارة (Management): ٢٨
التخطيط Planning: ٢٩
الجدولة scheduling: ٢٩
التنفيذDO ٢٩
القياس Measure ٢٩
ه. العلاقة بين الصيانة الوقائية المخططة والصيانة العلاجية الغير مخططة ودورها في إدارة عملية التشغيل الاقتصادي ٣٠

٥. مقننات استهلاك الطاقة	٣١
٦. تحسين معامل القدرة (Power Factor)	٣٣
مقدمـــــة:	٣٣
الدوائر الكهربية بصفة عامة تتكون من:	٣٤
تحسين معامل القدرة	٣٧
استخدام مجموعة مكثفات (Capacitor Bank)	٣٧
تحديد قدرة المكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة	٣٨
٧. التحكم في استهلاك الخامات الداخلة بشكل مباشر في عملية الإنتاج	٣٩
أ. الكلور (محطات مياه الشرب ومحطات معالجة الصرف الصحي):	٣٩
ب. الشبة السائلة (محطات مياه الشرب):	٤٠
كيفية ضبط جرعات الكيماويات	٤١
ضبط جرعة الشبة	٤١
طريقة حساب جرعة الطلمبة	٤١
خطوات حساب جرعة الشبة	٤٢
معايرة طلمبات حقن الشبة	٤٢
أ. كيفية إجراء المعايرة للطللمبات داخل المحطة:	٤٢
الأدوات المطلوبة لعملية معايرة طلمبة الشبة:	٤٣
طريقة المعايرة:	٤٣
ب. القراءات المسجلة والجداول:	٤٣
ج. مثال عملي لشكل منحنى الأداء لطلمبة حقن شبة:	٤٤
د. تحليل نتائج عملية المعايرة:	٤٤
٨. الفواقد الميكانيكية بالمحطات والشبكات	٤٤
مراجعة اماكن المحابس وكفاءة عملها	٤٤
٩. فواقد المياه	٤٥
١٠. فرص تحسين كفاءة استخدام الطاقة في شركات مياه الشرب والصرف الصحي	٤٦
أولا فرص منخفضة التكاليف	٤٦
فرص متوسطة التكاليف ذات جدوي اقتصادية مرتفعة تشمل تلك الفرص الاتي:	٤٧
فرص عالية التكاليف	٤٧
استخدام طرق مرشدة للطاقة في عمليات التهوية في محطات الصرف الصحي:	٤٧
استخدام المولدات الاحتياطية لخفض احمال شبكة الكهرباء وقت الذروة:	٤٨
اجراءات اخري لرفع كفاءة استخدام الطاقة	٤٩
١١. كفاءة أجهزة القياس:	٥٠
أ. أجهزة قياس التصرف والضغط:	٥٠
ب. أجهزة قياس الجودة:	٥٠

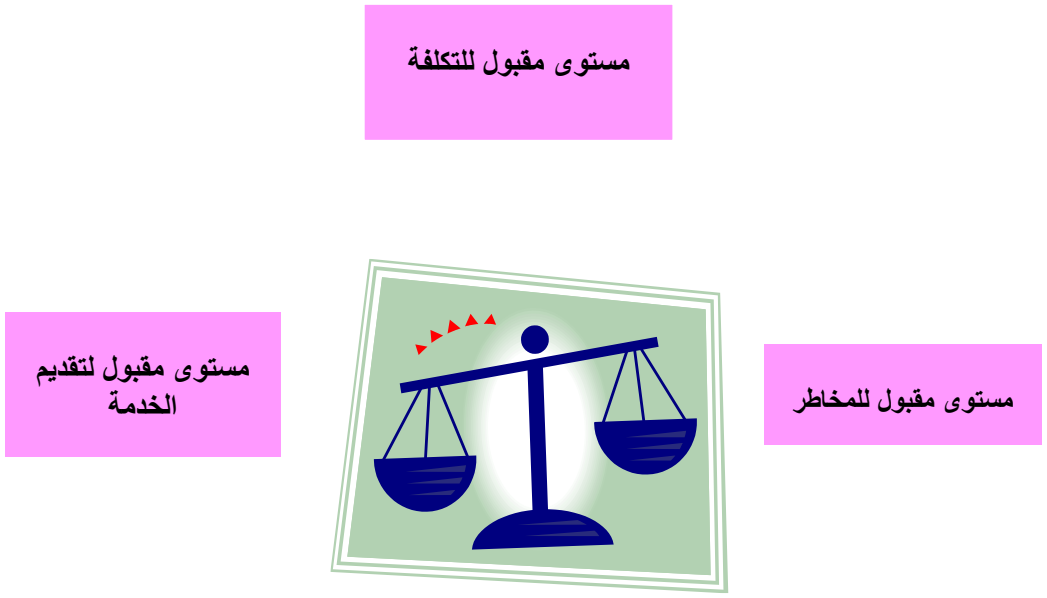
أهداف البرنامج

فى نهاية البرنامج يكون المتدرب قادر على :-

- تحديد عناصر الأنتاج .
- شرح العناصر المؤثره على إقتصاديات التشغيل .
- شرح أثر الصيانات الدوريه على إقتصاديات التشغيل .
- ذكر العناصر الأساسية للصيانه .
- شرح مقننات أستهلاك الطاقه .
- ذكر طرق تخفيف أستهلاك الطاقه .
- شرح طرق خفض أستهلاك الخامات فى عملية المعالجة .
- ذكر إجراءات خفض الفاقد من المياه داخل المحطات .

مقدمة:

على القائمين على تشغيل محطات مياه الشرب والروافع وشبكات توزيع المياه أن يدركوا جيدا أن عملية التشغيل ليس الغرض منها فقط هو توصيل الخدمة الجيدة للمستهلك سواء كانت الضغوط المناسبة للوصول للمناطق النائية أو العالية أو توصيل كميات مياه كافية للمستهلك بالجودة المناسبة مع الحفاظ على التشغيل الآمن للمعدات والأصول.. ولكن تأتى عملية التوازن في التكلفة أيضا أو ما يسمى بعملية التشغيل الاقتصادي.



وقبل الحديث عن تفاصيل عملية التشغيل الاقتصادي لأي مؤسسة إنتاجية فإننا يجب أولا أن نوضح ما هي المتطلبات اللازمة لعملية الإنتاج لكى تنجح أي مؤسسة إنتاجية في إدارة أعمالها وتطويرها والوصول إلى أعلى إنتاجية وبالتالي أعلى ربح ممكن وبأقل خسائر ممكنة فإنة لابد من توافر مجموعة من العناصر التي تؤدى إلى هذا النجاح تسمى عناصر الإنتاج والتي يمكن إجمالها فيما يلى:

١. المادة أو الخامات (Materials):

وتتمثل في المياه الخام – الشبة – الكلور – أي كيماويات أخري تساعد في عملية الإنتاج في محطات المياه أو الصرف الصحي كما يشمل هذا البند الطاقة الكهربية اللازمة لتشغيل المعدات.

٢. الماكينة أو المعدة (Machine):

وتشمل مجموعة المعدات والأدوات اللازمة لهذا المنتج بداية من كونه خام حتى يتم الحصول على المنتج النهائي ويمثل ذلك في محطات المياه والصرف الصحي مجموعة الطلمبات والمحركات والمحابس واللوح الكهربية وأجهزة القياس والمباني والأحواض.

٣. القوى العاملة (Man):

وتشمل المهندس والمحاسب والعامل والمشرف

٤. الطريقة (Method):

وهي تشمل ما يسمى بالتكنولوجيا الإنتاجية أو تكنولوجيا الإنتاج أو التسلسل التكنولوجي لتحقيق أعلى ربح ممكن وتمثلها الأساليب المختلفة في إنتاج مياه الشرب مثل (الترشيح المباشر– الترشيح السريع – التعويم بالهواء – التهوية الطبيعية بالصرف الصحي – أحواض الترسيب الابتدائي أو النهائي–.....)

٥. المواصفات (Specifications Mode):

هي المواصفة القياسية المطلوبة للمنتج النهائي أو الخامات المطلوبة لإتمام عملية الإنتاج وكذا المواصفات الخاصة بمعدات الإنتاج.

٦. الإدارة والتنظيم (Management):

وهو العنصر الذى يقوم بربط جميع عناصر الإنتاج ببعضها البعض فيما يسمى بالهيكل التنظيمي الإداري.

٧. السوق (Market):

ويشتمل على المشتريات الخاصة بالمعدات الخاصة بالإنتاج والخامات – التعامل مع الجمهور لبيع المنتج (المياه) ويمثله في قطاع المياه والصرف الصحي ما يسمى بخدمة العملاء.

٨. النقود (Money):

يلزم وجود سيولة نقدية لتحقيق جميع عناصر الإنتاج.

٩. القياسات (Measurements):

تشمل كل أدوات وأجهزة القياس لتحقيق المواصفات القياسية للمنتج النهائي.

١٠. الصيانة (Maintenance):

وهي المحافظة على الكفاية الإنتاجية للمعدة أو الأصل لتحقيق المواصفات المطلوبة

وبشكل عام فإنه في منظومة مياه الشرب والتي تتمثل في محطات إنتاج المياه أو الشبكات الرئيسية والفرعية أو روافع المياه فإنه يجب التركيز على مجموعة من العناصر الهامة سواء المرتبطة بعملية الإنتاج أو التشغيل أو الصيانة كما ترتبط أيضا عملية التشغيل الاقتصادي بجودة المياه ومتابعة التقارير واتخاذ القرار المناسب بشأن عمليات التشغيل.

وفيما يخص منظومة مياه الشرب فإنه توجد مجموعة من العناصر والمكونات الفنية داخل المحطات وأيضا الشبكات تؤثر بشكل فعال في التكلفة واقتصاديات التشغيل لمنظومة مياه الشرب وسوف نتناولها فيما يلى:

١. أداء المحولات الكهربية:

- المحول الكهربي عبارة عن آلة أو جهاز كهربي استاتيكي يستخدم لخفض أو رفع الجهد" الضغط "الكهربي لكمية من القدرة الكهربية في مقابل التضحية بأقل نسبة ممكنة من هذه القدرة التي يبددها المحول على هيئة مفقودات حرارية كما يحدث في كل الآلات.
- بدأت الحاجة الملحة إلى استخدام المحول عندما تركز توليد القدرة الكهربية بكميات هائلة في محطات كبيرة وأصبح الأمر يستدعى نقل هذه القدرة إلى مواطن استخدامها مع تكبد أقل كمية ممكنة من المفقودات.
- وذلك عن طريق رفع الضغط الكهربي إلى قيم عالية لخفض قيمة التيار الكهربي وبالتالي خفض حجم الموصلات وخفض المفقودات الكهربية.
- يحتوى المحول الكهربائي على دوائر كهربية ودوائر مغناطيسية وتسري الطاقة الكهربية في الدوائر الكهربية بفعل تشابك الخطوط المغناطيسية بهذه الدوائر.
- لا توجد في المحول أجزاء دوارة ولذلك يعرف المحول الكهربي بأنه آلة كهربيه استاتيكية يقوم عملها على أساس التأثير الكهرومغناطيسي(Electro Magnetic Induction).
- يتكون المحول الكهربي أساسا من ملفين معزولين عن بعضهما عزلا كهربياً تاما بحيث يكون كل منهما دائرة كهربية مستقلة ويوصل أحدهما إلى المصدر الكهربي المراد تحويل ضغطه ويسمى لذلك بالملف الابتدائي(Primary Winding) بينما يوصل الأخر بالحمل ويسمى بالملف الثانوي(Secondary Winding).

المحول الكهربى

ولتشغيل المحول بالشكل الأمثل في الدائرة الكهربية يجب مراعاة الآتي:

أ. تحميل المحول بما لا يقل عن ٨٠% من القدرة الإسمية للمحول

ب. الصيانة الدورية للمحول وتتلخص في (قياس عزل الملفات سنويا – قياس عزل الزيت كل ٦ شهور – نظافة دورية للعوازل وجسم المحول والتخلص الدائم من الأتربة)

ج. التهوية الجيدة للمحول لمراعاة عدم وجود الفقد في القلب الحديدي وأيضا المفاقيد النحاسية

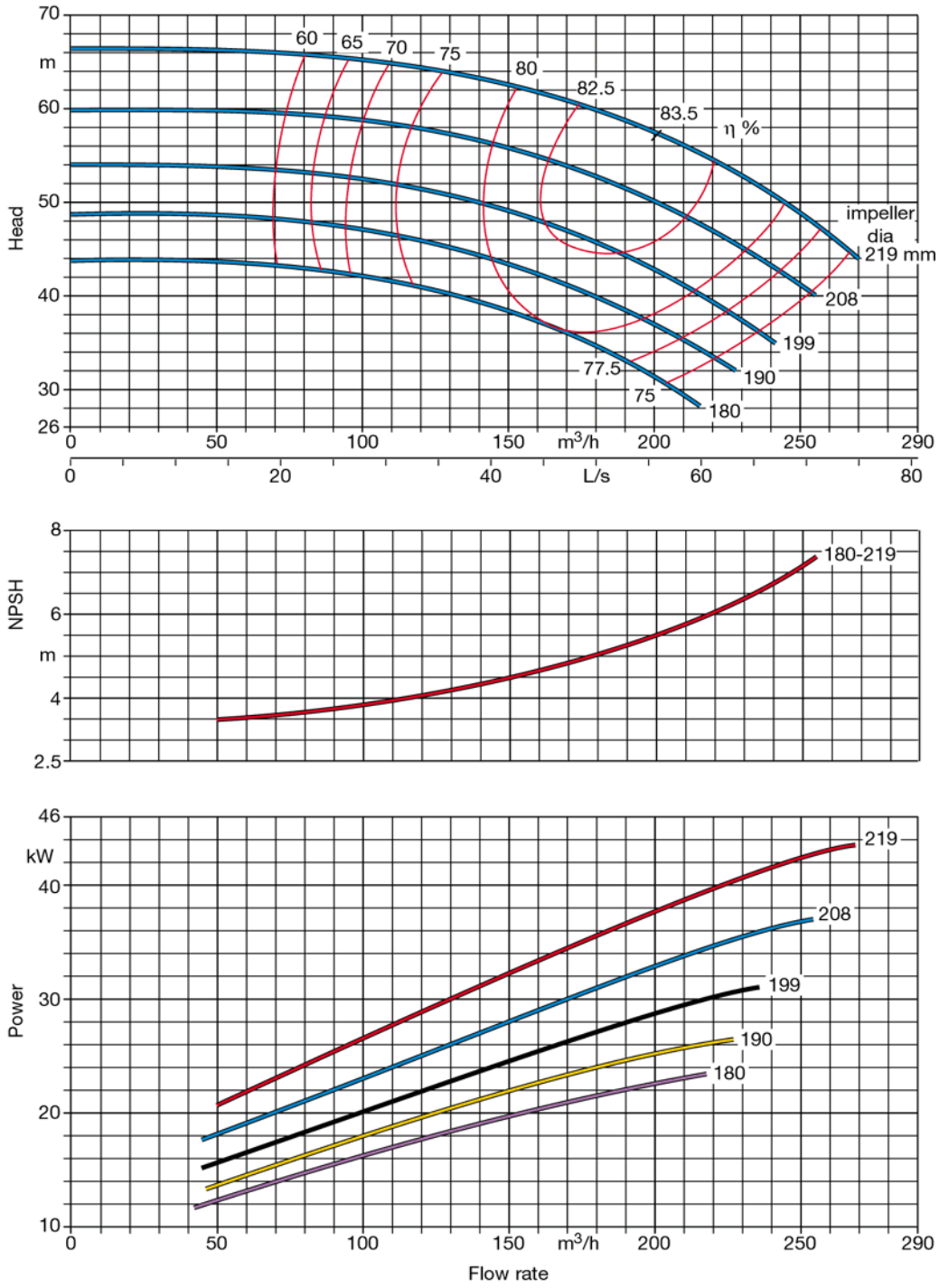
٢. مناورات سحب المياه الخام من المأخذ عن طريق المضخات

لضمان التشغيل الاقتصادي الأمثل للطلمبات العكرة فإنه يتم تشغيل طلمبات المياه العكرة حسب التصرف المطلوب ويمثل ذلك كما هو في الجدول التالي على سبيل المثال:

التصرف		البيارات العكرة في الخدمة			
%	ل/ث	بيارات المياه العكرة(١,٢) في الخدمة			
١٠٠	٨٥٠-٩٥٠	وحدة ١ + وحدة ٢	وحدة ١ + وحدة ٣ + وحدة ٤		
٧٥	٦٥٠	.....	.....	.....	.....
٥٠	٤٥٠	.....	.....		
٢٥	٢٠٠	وحدة ١	وحدة ٢	وحدة ٣ + وحدة ٤	

والغرض من عمل هذا الجدول والذى يسمى (Standard operation procedures table) هو:

١. وضع خطة التشغيل وتحديد التصرفات المطلوبة بناء على الوحدات المتاحة.
٢. عدم قيام مسئولي التشغيل بتحديد الوحدات التي يتم تشغيلها بشكل عشوائي.
٣. توفير الطاقة الكهربية المستهلكة حيث من الممكن تشغيل عدد أقل من الوحدات للحصول على نفس التصرف.
٤. قبل عمل هذا الجدول يتم عمل دراسة مستوفاة واختبارات بالموقع لمنحنيات التشغيل للطلمبات والتي يمثلها الشكل التالي:



حيث أن منحنيات الأداء للطلمبات تتغير مع فترة تشغيلها ويجب عمل معايرة للطلمبات ومنحنيات الأداء الموضحة بمعدل كل ٣ سنوات على الأكثر أو عند ملاحظة أي تغيير في أداء الطلمبة ومن المنحنيات السابقة يمكن تحديد النقطة المثالية للتشغيل والتي يمكن الحصول فيها على أعلى تصرف على الضغط المناسب للتشغيل مع الحصول على الكفاءة المناسبة مع التركيز على قيمة (NPSH) للطلمبة وتحديد إمكانية التشغيل عند هذه النقطة بدون حدوث تكهف للطلمبة ويتم حساب القدرة المستهلكة للطلمبة عند هذه النقطة. ومن خلال هذه الحسابات والدراسات يتم عمل جدول (operation procedures) المشار إليه سابقا.

ملحوظة:

القدرة الهيدروليكية المستهلكة للطلمبة= التصرف (لتر/ثانية) * الضغط المانوميتري (م) / ١٠٢ ك. وات

الضغط المانوميتري = ضغط الطرد المقاس – ضغط السحب المقاس

٣. الاختيار الاقتصادي الأمثل للطلمبات وملحقاتها

من المعروف أن تكاليف استهلاك الطاقة في محطات الضخ تعتبر أكبر جزء من التكاليف الكلية للتشغيل الممثلة في التكاليف الثابتة وتكاليف الصيانة والأجور وخلافه. حيث لا تقل أبدا عن (٦٠ %) ستين بالمائة من إجمالي هذه التكاليف. بينما تكون التكاليف الثابتة (Fixed Cost) وهي تكاليف الإنشاء تكون في حدود (٥ %) خمسة بالمائة فقط من إجمالي التكاليف خلال عمر التشغيل. من ذلك تبين أن شراء وحدة ضخ بمواصفات جيدة مهما بلغت أفضل من شراء وحدة ذات كفاءة أقل ولو كان ثمنها منخفض لأن عمر التشغيل قد يصل إلى ثلاثين عاماً ولو فرض أن كان ثمن شراء وحدة ضخ (١٠٠) مائة ألف جنيه وكانت القدرة الكهربية اللازمة لتشغيلها هي خمسة وأربعين كيلووات وبفرض أن هناك وحدة أخري ثمن شرائها (٦٠) ألف جنيه وتستهلك قدرة مقدارها (٤٨) ثمانية وأربعين كيلووات وكان عمر التشغيل هو خمسة وعشرين عاماً، فإن الزيادة في تكاليف التشغيل للوحدة الثانية الناشئة عن استهلاك الكهرباء تربو على (مائة) ألف جنيه. أي أن زيادة القدرة بمقدار ثلاثة كيلووات فقط يؤدى إلى هذه الخسارة. من ذلك يجب النظر بعين الاعتبار إلى تكاليف التشغيل وخاصة الطاقة المستهلكة.

وقد ذكر ببعض المصادر العلمية أن (٢٠ %) عشرين بالمائة من الطاقة المستهلكة على مستوى العالم تكون من نصيب محطات الضخ (أو المضخات) لذا قد يكون من الأهمية أن يراعى هذا المدلول الاقتصادي.

طرق الحد من استهلاك الطاقة

هناك عوامل كثيرة تؤثر في زيادة المستهلك من الطاقة وتجعل أحيانا من الصعوبة الوصول بقيم المستهلك إلى المعدل المطلوب الوصول إليه ويرجع ذلك إلى أن أعمال التركيبات مثلاً ربما لا يكون في الاستطاعة إعادة تأهيلها أو إصلاحها. لذا من الهام جداً التفكير في إنشاء نظام ضخ مع مراعاة الأصول الفنية والمعايير التصميمية والالتزام بالأخذ بها لتدارك تبعات ما قد يكون من حيود عن تلك الأصول.

ولتلافي أي عيوب ينتج عنها زيادة فيما هو مستهلك من طاقة أو بمعنى آخر زيادة الفاقد يجب أن يكون هناك تدقيق في بعض الأمور المتعلقة بالمراحل الآتية:

١. مرحلة المفاضلة بين البدائل (مضخة – محرك).
٢. مرحلة التصميمات الخاصة بالتركيبات.
٣. مرحلة التشغيل.

٤. مرحلة إجراء الصيانات والإصلاح.

وسوف نتناول هذه المراحل بشيء من التفصيل والإيضاح الموجز بما يتناسب مع الهدف من عرض هذا الموضوع.

أولا- المفاضلة بين البدائل

هناك بعض العوامل التي يجب أن تتم المفاضلة علي أساسها منها:

أ. من حيث عدد الوحدات

عند التفكير في إنشاء نظام ضخ فلابد من تحديد عناصر هذا النظام من حيث السعة (capacity) وتعنى بها كم من الأمتار المكعبة في الساعة مطلوب ضخها أو أحياناً يعبر عنها بما يعرف بالتصرف بوحدة اللتر/ ثانية (l / s) وأيضا من حيث الرفع الكلى أو الضغط الذي يحقق المستهدف من عملية الضخ ويقاس بالمتر المائي أو بوحدة البار(Bar) وهو يعادل وزن عمود مائي ارتفاعه عشرة أمتار.

وأي نظام ضخ لابد أن يشتمل على وحدات احتياطي (Stand by) من ذلك تتركز بدائل اختيار سعة أو تصرف وحدات الضخ المختارة ففي الأنظمة الصغيرة السعة تكون هناك وحدة ضخ (مضخة / محرك) وأخري كاحتياطي تعمل في حال توقف أو تعطل الوحدة الأولى.

أما في الأنظمة الكبيرة السعة فإن اختيار عدد كبير من وحدات الضخ ذو السعة الصغيرة يؤدى إلى زيادة الفاقد في الطاقة وزيادة تكاليف التشغيل تباعاً ولكن بصفة عامة لا يجب في هذه الأنشطة استخدام وحدة ضخ واحدة لحمل قاعدة (Base load) والذى يعرف بأنه الحمل الذى تعمل عنده المحطة بصفة مستمرة أي (٢٤) ساعة في اليوم.

مثال تطبيقي على ما سبق

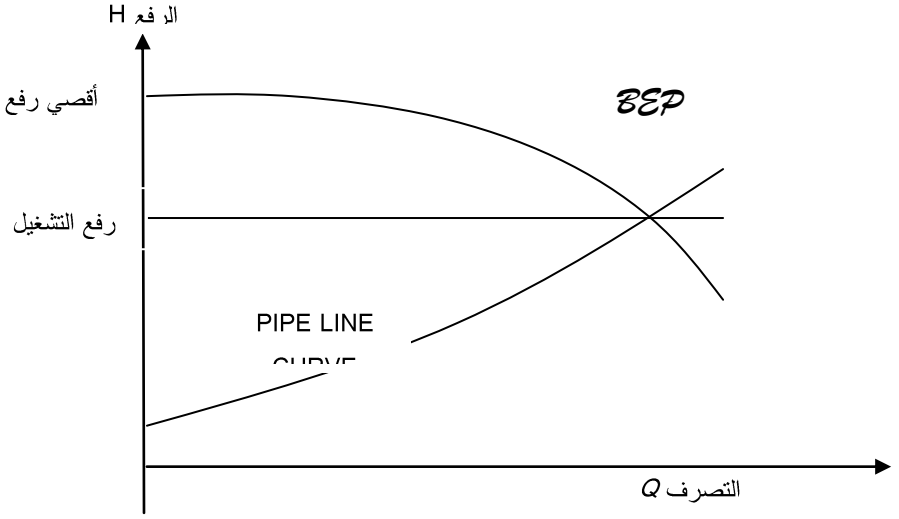
- محطات المياه النقالي وهي محطات صغيرة السعة تكفي استهلاك سكان قرية (حوالي ٢٥لتر / ثانية)، توجد بها وحدتين لضخ المياه المرشحة أحداهما أساسية والأخري احتياطي.
- محطات مياه الشرب الكبيرة (سعة ٤٠٠ لتر/ ثانية)، عادة تركب ثلاث وحدات سعة الواحدة (٢٠٠) لتر/ ثانية، بحيث تكون اثنتين منها في حالة عمل وواحدة احتياطي. وهذا أنسب إختيار حيث أن زيادة العدد عن ذلك يؤدى إلى زيادة تكاليف التشغيل وإذا رؤى تركيب وحدتين فقط سعة الواحدة (٤٠٠) لتر / ثانية.
- فهنا يكون هناك أحد أمرين الأول الخطورة من احتمال تعطل وحدة من الوحدتين فيكون وضع التشغيل خطر والثاني أن تكلفة الوضع الاحتياطي تعادل (١٠٠%) من وضع التشغيل العادي عكس الحالة التي تركب فيها ثلاث وحدات.

ب. من حيث المضخات

إنه من الأهمية معرفة كيفية اختيار المضخة على أساس أهم عنصرين هيدروليكياً وهما التصرف (Capacity) والرفع (Head) ولكن أي تصرف؟ إنه التصرف التصميمي الذى ستعمل عليه المضخة أما

الرفع فهو الرفع الكلى المتمثل في قيمة الرفع في خط السحب والرفع المسلم الذي يقاس بجهار المانومتر (Bordon tube) مضاف إليه الفاقد في الضغط الناشئ عن الاحتكاك بالخطوط.

وفي كثير من الأحيان يحدث عدم وضوح للرؤية من حيث اختيار المضخة المناسبة إعتماداً علي الضغط خاصة وأن هناك فرق بين أقصى ضغط للمضخة وضغط التشغيل وتوصى المواصفات أن يكون ضغط تشغيل المضخة في حدود (٨٠ – ٩٠ %) من أقصى ضغط للمضخة وذلك للعمل في أطار اقتصادي لا تزيد معه تكاليف الطاقة المستهلكة. انظر شكل رقم (١).



شكل رقم (١)

كما يجب معرفة أنه ليس من فائدة ترتجي من زيادة الفرق بين ضغط التشغيل وأقصى ضغط بل العكس. وقد يكون من المفيد معرفة أن هناك عاملاً يرمز له بالرمز (Y) وهو يسمى بشغل التسليم النوعي (Specific delivery work) ويقاس بوحدة الجول لكل كجم (j/kg) وإذا قسم على عجلة الجاذبية (٩.٨م / ث) يعطى أقصى رفع (عند انعدام التصرف) بالمتر.

ج. من حيث اختيار المحرك

يتوقف اختيار المحرك سواء كان يعمل بالطاقة الكهربية أو الاحتراق الداخلي على الحمل المعرض له فلا يجب أن تكون قدرته صغيرة بالقدر الذى يؤدى إلى احتراقه أو حدوث خلل به يؤثر على سلامة أدائه أو أن يكون ذو قدرة كبيرة (وبالتالي حجمه يكون كبيرا) يستهلك طاقة كبيرة في مقاومة القصور الذاتي الناشئ عن كبر حجم مكوناته المتحركة بالإضافة إلى زيادة الاحتكاك الناشئ بين الأجزاء الدوارة والثابتة فيه ويقصد بها كراسي المحور.

وفي مجال ضخ المياه لا توجد علاقة ثابتة يمكن الاستناد إليها في تحديد قيمة القدرة اللازمة لتشغيل مضخة فمثلاً هناك أنواع متعددة من المضخات كل منها ذو كفاءة ميكانيكية أو هيدروليكية تختلف عن الأخري وبصفة عامة ومن خلال بعض المعايير وجد أن قدرة المحرك الذي يعمل على مضخة طاردة مركزية ذات سريان قطري مستوي السحب أسفل وهي النوع الشائع الاستخدام يمكن حسابه من العلاقة التالية:

$$P_{motor} = ٢٠ \; Q \; H \quad Kw$$

Where

$$m^{٣} / secinQ$$

$$H \;\; in \; m$$

- **مثـــــال:**

مضخـــة بســـعة إســـمية (٢٠٠) لتر / ثانيـــة – رفـــع (٦٠) متر احسب قـــدرة المحـــرك القائـــم على تشـــغيلها.

- **الحـــــــل**

$$P_{motor} = ٢٠ \; Q \; H \quad Kw$$

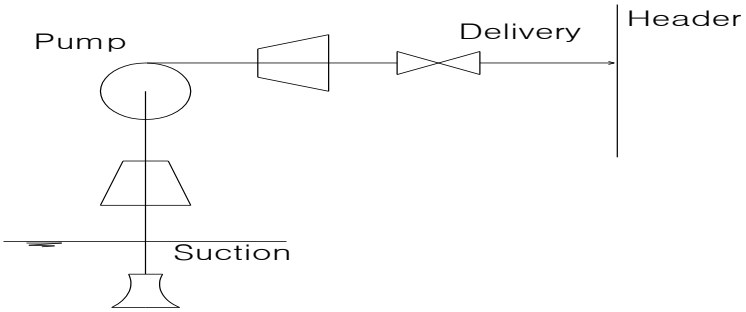
$$= ٢٠ \; (٠.٢) \; (٦٠)$$

$$= ٢٤٠ \; Kw$$

وتجـــدر الإشـــارة إلى أن هنـــاك أنـــواع من المضخات الأعلـــى كفـــاءة مثـــل المضخات ذات الســـريان المحوري أو المختلـــط يكون محـــركها أصغـــر في القـــدرة عما هو مقـــدر بالعلاقـــة الســـابقة كما أن كل شـــركة منتجـــة للمضخـــات ذات مســـئولية وســـمعة جيـــدة تحـــدد القـــدرة اللازمـــة الخاصة بتشـــغيل المضخـــة وهي تختلـــف من شـــركة لأخـــري لذات الســـعة والرفـــع. لـــذا عند المفاضلـــة بين مضخـــات مختلفـــة المصـــدر (لهـــا نفـــس التصرف والرفـــع) يجـــب اختيار المضخـــة الأقـــل في القـــدرة حتي لو ارتفع ســـعرها لأن فـــرق استهلاك الطاقـــة هو العامـــل الأهـــم وليـــس فـــرق الســـعر. وعلـــي ما تقـــدم يجـــب أن يكـــون المحـــرك ذو قـــدرة مناســـبة للمضخـــة.

ثانيا التصميمـــات الخاصـــة بالتركيبـــات

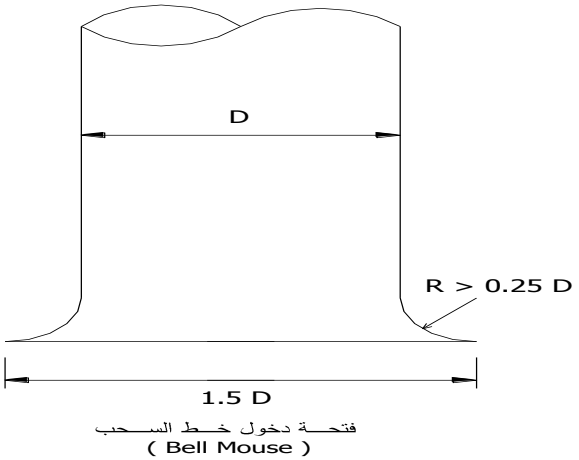
تعتبـــر مرحلـــة التصميمات من أهـــم المراحـــل التنفيذيـــة الخاصـــة بمحطـــات الرفـــع ومن الواجـــب أن يصمـــم كل جـــزء حســـب المعاييـــر الفنيـــة الصحيحـــة حتي يكون الفاقـــد بجميـــع أنواعـــه أقـــل ما يمكـــن وبالتـــالي يكون استهلاك الطاقـــة عنـــد الحـــدود الاقتصادية وبالنظـــر إلي الشـــكل رقـــم (٢) والذي يمثـــل مضخـــة مركبـــة علي مســـتوي أعلي من مســـتوي الســـحب ويلاحـــظ وجـــوب تركيـــب التجهيـــزات التاليـــة علي خطي الســـحب والطـــرد:



شـــكل رقـــم (٢)

خـــط الســـحب **(SUCTION PIPE)**

١. فتحـــة دخـــول علي هيئـــة فوهـــة جـــرس (BELL MOUTH) وأن تكـــون أبعـــادها كما في الشـــكل (٣)



شـــكل رقـــم (٣)

ويلاحـــظ أن فتحـــة دخـــول خـــط الســـحب يصـــل قطـــرها إلي (١.٥) قطـــر الخـــط علـــي أن يكون نصـــف قطـــر دوران فتـــحة الجـــرس أكبـــر من (٠.٢٥) من قطـــر الخـــط.

خـــط الســـحب يجـــب أن يكون بقطـــر بحيـــث لا تزيـــد ســـرعة الســـريان فيـــه عن (٢) متـــر/ ثانيـــه. ويمكن حســـاب القطـــر (بالبوصة) بمعلومية التصرف (باللتـــر / ثانيـــة) من العلاقـــة التاليـــة:

القطـــر(بالبوصـــة) = التصرف (اللتر/ ثانية).

- **مثال ١:**

احسب قطر سحب مضخة إذا كانت السعة الخاصة بها هي ١٠٠ لتر / ثانية

- **الحـــــل**

القطـــر= ١٠٠ (اللتر/ ثانية).

= ١٠ بوصة

- **مثال ٢:**

احسب قطـــر ســـحب مضخـــة إذا كانت ســـعتها ١٥٠ لتر/ ثانية.

- **الحـــــل**

القطـــر = ١٥٠ (اللتر/ ثانية). $\sqrt{}$

= ١٢.٢٤ بوصة

≈ ١٢ بوصة

٣. مســـلوب الســـحب (NOZZLE)

تلاحـــظ في بعض الأحيـــان عدم تركيب مســـلوب أمام فتحـــة ســـحب المضخـــة وهذا خطـــأ يزيد من الفاقـــد الذي يتحـــول إلي زيـــادة في معـــدل استهلاك الطاقـــة فمن المفترض أن يكون قطـــر خـــط الســـحب أكبـــر من فتحـــة المضخـــة وإذا لم يكن الوضـــع كذلك فإن خـــط الســـحب غير مطابـــق للمعايير الفنيـــة الصحيحـــة.

وفائـــدة المســـلوب أنه يعمـــل علي تســـارع المائـــع أو الســـائل عند دخوله لفتحـــة المروحـــة الخاصـــة بالمضخـــة (IMPELLER) فلا يحدث تغيـــر فجائـــي في ســـرعة الســـائل وبالتالـــي لا تحدث مفاقيـــد ناتجـــة من الاضطراب وهو ما يعرف بوجـــود إجهادات قـــص (SHEAR STRESS) تـــؤدي إلي فقـــد في الطاقـــة ويجـــب أن يكون المســـلوب بمواصفات خاصـــة فلا يجـــب أن تزيـــد زاويـــة رأس المســـلوب (CONE ANGLE) عن (١٠°) عشـــر درجـــات حتي لا يتســـبب في إعاقـــة الســـريان ويشـــكل نقطـــة فاقـــد.

وهناك معيـــار أخـــر لمواصفـــات المســـلوب وهو طـــوله الذي يحدد بالعلاقة:

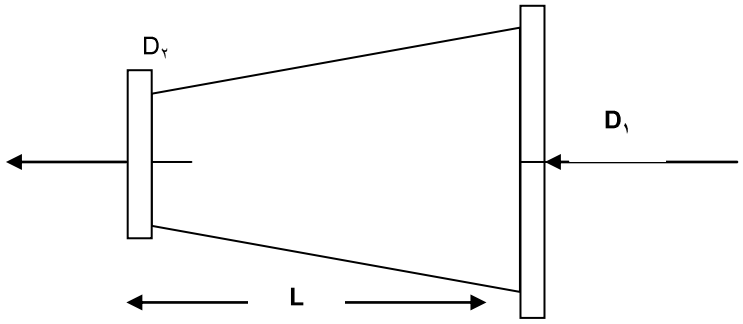
$$L > ٥ (D_١ - D_٢)$$

وحـــري أن تذكـــر في حـــال ما إذا كانت المضخـــة في مســـتوي أعلـــي من مســـتوي الســـحب فإن شـــكل المسلوب يختلـــف عما إذا كانت المضخـــة أســـفل الســـحب ففي الحالـــة الأولـــي يكون المســـلوب متماثـــلا حول محـــوره شـــكل رقـــم (٤ – أ) أمـــا في الحالـــة الثانيـــة يكون الراســـم العلـــوي مســـتو شـــكل رقـــم (٤ – ب) حتي لا تتكـــون جيـــوب هـــواء بخـــط الســـحب تؤدي الي مشـــاكل هيدروليكيـــة تؤثـــر علـــي كفـــاءة الضـــخ أو التكاليف الممثلـــة في زيـــادة المســـتهلك من طاقـــة.

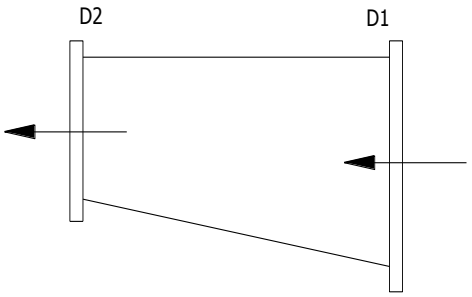
٤. مســـلوب الطـــرد (DIFFUSER)

كما ذكـــر آنفـــاً من وجـــوب أن تكـــون زاويـــة رأس المســـلوب لا تزيـــد عن (٥١٠) درجـــات لأنـــه في حـــال زيادتهـــا يحـــدث انفصال (SEPARATION) للســـائل عن جدران المســـلوب الذي يمثـــل دليـــلا له وتتولـــد دوامات تـــؤدي إلي ضيـــاع جـــزءً من الطاقـــة. وتجـــدر الإشـــارة إلى أن مســـلوب الطـــرد يكون دائمـــا متماثـــلا حول محـــوره – شـــكل رقـــم (٤ – أ).

ويتصف مسلوب خط الطرد بكون قطرة الأصغر مركباً علي طرد المضخة وبزيادة القطر تقل سرعة السريان ومن ثم تتحول طاقة الحركة إلي طاقة ضغط (زيادة الضغط الإستاتيكي) وهذا يقلل فاقد الاحتكاك أي يقلل الطاقة المستهلكة لضخ وحدة الحجوم.



شكل رقم (٤ – أ)



شكل رقم (٤ – ب)

٥. خط الطرد (DELIVERY PIPE)

نتيجة لضرورة تركيب مسلوب علي خط الطرد للأسباب الموضحة سابقاً فإن خط الطرد يجب أن يكون بقطر أكبر من قطر فتحة طرد المضخة حيث أن المعايير التصميمية تحدد أقصي سرعة للسريان بـ (٣) ثلاثة أمتار/ ثانية ومن الواجب ألا يكون خط الطرد طويلاً خاصة إذا كان هناك خط طرد رئيسي (Header) تصب فيه مجموعة من وحدات الضخ. أما إذا لم يكن هناك خط رئيسي فيراعي ألا تزيد السرعة عن (١.٥) متر/ ثانية.

٦. خط الطرد العمومي (HEADER)

إذا كان هناك مجموعة من المضخات المركبة علي التوازي كما هو معتاد في محطات مياه الشرب وكذا الصرف الصحي فإن خط الطرد يجب ألا تزيد سرعة السريان به عن (١.٥) متر / ثانية ويفضل أن تكون (١) واحد متر/ ثانية فقط.

٧. مصافي خط السحب (STRAINER)

إذا كانت المضخة تعمل علي مياه تحتوي علي عوالق ومن المحتمل دخول تلك العوالق إلي المضخة وإحداث مشاكل فلابد من تركيب مصافي علي فتحة السحب. وبتراكم العوالق علي هذه المصافي قد

ينشأ هبوط بالضغط بخط السحب مرجعه عدم كفاية فتحات السحب لإمرار المياه بالقدر المتوافق مع سعة المضخة.

ويلاحظ أن يكون متوسط سرعة انسياب السائل من فتحات المصافي صغيرا قدر الإمكان ويفضل ألا تزيد عن (٠.٦) متر/ ثانية حيث أن زيادة السرعة تعني زيادة الفاقد في الطاقة.

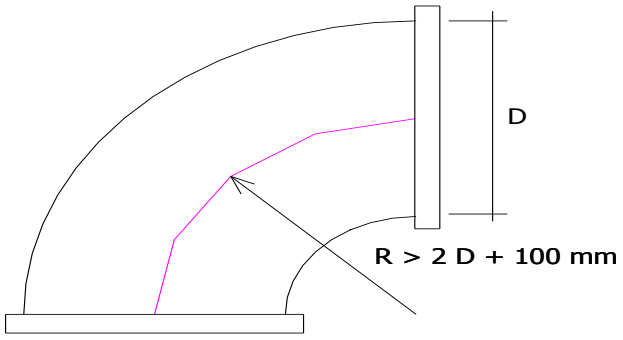
٨. الأكواع (ELBOWS)

من أهم الأجزاء التي يتوقف عليها الهبوط في الضغط وبالتالي زيادة الفاقد من الطاقة هي الأكواع حيث يفضل أن تكون مصنعة بالسحب لكي لا تحدث اضطراب بالسائل المار خلالها ولكن في أغلب الأحيان تصنع الأكواع من المواسير حيث تصنع من قطع تجمع باللحام لتشكل الكوع المطلوب.

ويتوقف كفاءة الكوع علي نصف قطر دورانه فكلما زاد نصف قطر الدوران زادت كفاءته والعكس بالعكس والمواصفات الألمانية تحدد نصف القطر بالعلاقة التالية:

$$R > ٢D + ١٠٠ \text{ mm}$$

وهذا الكوع له ميزات – متعددة شكل رقم (٥)

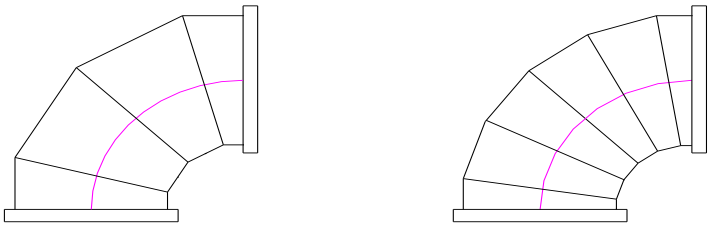


شكل رقم (٥)

أما المواصفات المعمول بها في مصر فهي تحدد نصف القطر بالعلاقة:

$$R = D$$

وفي حال تصنيع كوع (٩٠°) من قطع مواسير فإن عددها لا يجب أن يقل عن ستة حتي لا تكون هناك زوايا تؤثر علي الانسياب لكن من المعتاد أن تصنع الأكواع من أربع قطع فقط شكل رقم (٦) وهذا عرف مبني علي خطأ له تبعات غير مطلوبة خاصة بزيادة تكاليف التشغيل.



كوع مكون من ستة قطع　　كوع مكون من أربعة قطع

شكل رقم (٦)

٩. مستوي تركيب المضخات (Pumps Level)

هناك مستوي أو منسوب يجب أن تركب عليه المضخات بالنسبة لمستوي المياه في بيارة السحب ودون الدخول في تعقيدات من الحسابات يجب أن لا يزيد أبدا عن (٥) خمسة أمتار في أي حالة من حالات التشغيل وذلك لأن كفاءة الضخ تقل بدرجة كبيرة إذا ما وصل المنسوب الي هذا القدر ، ويفضل أن يكون الفرق في حدود (٣) ثلاثة أمتار.

ومن المعروف أن زيادة التفريغ بخط السحب يؤدي الي زيادة تكلفة الضخ.

١٠. تصميم الخطوط الناقلة

قد لا يتخيل أحد منا أن الطاقة الكهربية من الممكن أن تضيع في الخطوط الناقلة ولكن في الواقع فإن الأنظمة الهيدروليكية بمكوناتها المختلفة عبارة عن مواضع من الممكن أن تكون بؤرة للفاقد مثل الخطوط والمساليب والتفريعات والمحابس بأنواعها والأكواع وغيرها.

وللتدليل علي ذلك نورد المثال التالي:

احسب قيمة الطاقة المفقودة في خط مياه ناقل مقارنة بخط آخر له نفس القطر (٣٠٠ مم ونفس مادة الصنع (٠.٠٢ معامل احتكاك) ونفس الطول (٥٠٠) متر وتختلف سرعة السريان به حيث أن سرعة السريان بالخط الأول (٠.٨) متر / ثانية، بينما السرعة بالخط الثاني (٣) متر / ثانية. إذا علم أن كمية المياه المنقولة (١٠٠) ألف متر مكعب.

الحل:

من المعروف أن المياه أثناء السريان داخل الخطوط تحدث احتكاكا مع جدران تلك الخطوط مما يعاكس حركة السائل ، إن اختلاف السرعة من نقطة إلي أخري بالنسبة إلي المسافة من الجدار إلي محور حيث أن السرعة عند الجدار منعدمة بينما عند المحور أكبر ما يمكن وهذا ينتج ما يعرف بإجهادات القص (Shear Stress) التي تظهر كفاقد ضغط وبالتالي ضياع جزء من الطاقة من جراء هذا الفاقد

وهنـــاك العـديد من العـــلاقات الهندســـية التـــي يمكن بهـــا حســـاب الفـــاقد منهـــا معادلـــة "دارســـي" – Darcy – والتي تأخـذ الشـكل التالـــي:

$$H_L = f\ L\ V^2 / 2Dg \qquad m$$

وهذه العــلاقة يمكن وضعهــا كما يلـــي:

الهبوط في الخـــط (H_L) = معامل احتكاك الخط (f) × طول الخط (L) × مربع السرعة (V^2) / ٢ × قطر الخط (D) × عجلة الجاذبية (g) متـــر

وكما ذكـــر بالمثـــال فإن كل العـــوامل ثابتـــة وعلي ذلك بالتعويض في كلتا الحالتين نجـــد أن:

الحـــالة الأولـــي

الهبوط في الخـــط (H_{L1}) = $\frac{٢ \times ٠.٣٠ \times ٩.٨}{٠.٠٢ \times ٥٠٠ \times ٠.٨ \times ٠.٨}$ **متـــر**

= ١.١ متـــر

الحـــالة الثانيـــة

الهبوط في الخـــط (H_{L2}) = $\frac{٠.٠٢ \times ٥٠٠ \times ٣ \times ٣}{٢ \times ٠.٣٠ \times ٩.٨}$ **متـــر**

= ١٥.٣ متـــر

فإذا علـــم أن القـــدرة الـــلازمـــة لتعويـــض الهبـــوط تقـــدر الناشئ عن إجهادات القـــص (Shear Stress) بالعـــلاقة الهندســـية التاليـــة:

$P = ١٥\ Q\ H$ kw

$= ١٥\ (A)\ (V)\ (H)$ kw

$= ١٥\pi\ R^٢\ V\ H$ kw

القـــدرة الـــلازمـــة لمقاومـــة الاحتكاك

الحـــالة الأولـــي

$P_١ = ١٥\ \pi\ R^٢\ V\ H_١$ kw

$= ١٥\ (٣.١٤)\ (٠.١٥)^٢\ (٠.٨)\ (١.١)$ Kw

= ٠.٩٣٣ kw

- الطاقة خـــلال يـــوم = ٠.٩٣٣ × ٢٤ = ٢٢.٤ كيلو ولت ســـاعة.

- كمية المياه المنقولة في يـــوم= مساحة مقطع المواسير × الســـرعة × الزمن

= ٣.١٤ × (٠.١٥)^{٢} × ٠.٨ × ٣٦٠٠ × ٢٤

= ٤٨٨٣ متر^{٣} / يوم

- الطاقـــة الـــلازمة لكل متر^{٣}= ٢٢.٤ / ٤٨٨٣ = ٠.٠٠٤٥٨٧ كيلووات ساعة

الحـــــالة الثانـــــية

$P_{٢} = ١٥ \pi R^{٢} V H_{٢}$ kw

= ١٥ (٣.١٤) (٠.١٥)^{٢} (٠.٨) (١٥.٣)

= ١٢.٩٨ kw

- الطاقة خـــلال يـــوم = ١٢.٩٨ × ٢٤ = ٣١١.٥٢ كيلو ولت ســـاعة
- كمية المياه المنقولة في يـــوم = مساحة مقطع المواسير × الســـرعة × الزمن

= ٣.١٤ × (٠.١٥)^{٢} × ٣ × ٣٦٠٠ × ٢٤

= ١٨٣١٢ متر^{٣} / يوم

- الطاقـــة الـــلازمة لكل متر^{٣}= ٣١١.٥٢ / ١٨٣١٢ = ٠.٠١٧ كيلووات ساعة
- الفرق في الطاقة بين الحالتين لكل متر مكعب= ٠.٠١٧ – ٠.٠٠٤٥٨٧

= ٠.٠١٢٤١٣ كيلووات ســـــاعة

- الطاقـــة المفقـــودة لكل (١٠٠) ألف متر٣ = ٠.٠١٢٤١٣ × ١٠٠٠٠٠

= ١٢٤١.٣ كيلووات ســـــاعة

- وإذا كان ذلك الخـــط ينقـــل في المتوســـط (٥٠) ألف متر٣ / يوم وأنه يعمـــل لمدـــة (٤٠) ســـنة فإن الطاقـــة المفقـــودة خـــلال عمـــر التشـــغيل

= ٥٠٠٠٠ × ٣٦٥ × ٤٠ × ٠.٠١٢٤١٣

= ٩٠٦١٤٩٠ كيلووات ســـاعة

- القيمـــة الماديـــة للطاقـــة = ٩٠٦١٤٩٠ × ٠.١٥٣٥

=١٣٩٠٩٣٩ جنيـــــة

وهذا يمثـــــل أمـــوال مهـــــدرة نتيـــجة تصميمـــات خاطئـــة أدت الي زيـــادة المستهلك من الطـــاقة لما يقـــرب من تســـعة مـــلايين كيلو وات تعـــادل ما يزيـــد عن عشـــرة أضعـــاف قيمـــة إنشـــاء الخـــط

ثالثـــا مرحلـــة التشـــغيل

تلاحـــظ من خـــلال متابعـــة أعمـــال تشـــغيل محطـــات الضـــخ أن القائميـــن عليـــها لا يولـــون أي اهتمـــام بالالتزام بقواعـــد التشـــغيل الصحيحـــة إما لعـــدم الدراية بأهميتهـــا أو لأســـباب تتعلـــق بالتغافـــل أو الإهمـــال.

إن عمليـــة التشـــغيل عمليـــة تصب فيما ينـــدرج تحـــت الأطـــر الاقتصاديـــة وقد ذكـــر ســـابقاً أن استهلاك الطاقـــة يمثـــل (٦٠%) من التكاليـــف الكليـــة لوحدات الضـــخ، وتقليـــل هذا الجانب يؤدي إلي إنتـــاج ســـلعة بســـعر يحقـــق هدف استعادة التكلفـــة أولاً ثم الربـــح ثانيـــاً وقد يكون من المفيـــد أن نذكـــر ما يلـــي:

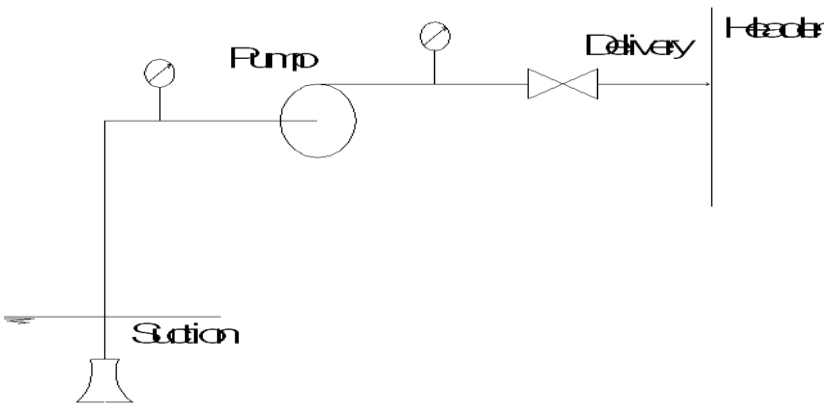
نقطـــة تشـــغيل وحـــدة الضـــخ (BEP):

تتحـــدد المواصفـــات الأوليـــة لوحـــدة الضـــخ في التصـــرف أو الســـعة (لتر/ ثانية) والرفـــع الكلـــي (متر) وهذان العاملان يكتبـــان علي لوحـــة البيانـــات الخاصة بالمضخـــة وهما يعنيـــان أن تلك المعـــدة تكون عند أعلـــي كفـــاءة لها إذا كان تصرفها ورفعها هما نفـــس التصرف والرفـــع المـــدون علي اللحة. أما الكفـــاءة من الوجهـــة الاقتصاديـــة فهي تعنـــي أن تكلفـــة ضـــخ وحـــدة الحجـــوم (المتر المكعب) تكون عنـــد حـــدها الأدنى. ولو كانت المضخـــة تعمـــل بتصـــرف أعلـــي أو أقـــل من القيمـــة المحـــددة علي اللوحـــة (القيمـــة التصميمية) – نقطـــة التشـــغيل "Best Efficiency Point" – فإن التكلفـــة تزيـــدً حيث أن الكفـــاءة تقـــل مع هذه الحالـــة. ولكن ما هو ســـبب تدني الكفـــاءة إذا كانت وحـــدة الضـــخ تعمـــل بعيـــداً عن نقطـــة التشـــغيل التصميميـــة؟.

وللإجابـــة علي هذا الســـؤال لابـــد من فهم أن الســـريان أو انسياب الســـائل داخـــل مروحـــة المضخـــة يكـــون مماســـياً للريـــش عنـــد نقطـــة التشـــغيل التصميمية وتكون زوايـــا الريشـــة مصممـــة علي هذا الأســـاس، فإذا ما عملـــت المضخـــة علي نقطـــة تخالـــف ذلك فإن زاويـــة دخـــول الســـائل إلي المروحـــة تختلـــف عن الاتجاه المماســـي للريـــش، وبالتـــالي يحدث تصـــادم للســـائل مع الريـــش وهذا من شـــأنه نشـــوء اضطراب وتشـــتت للطاقـــة مما يمثـــل فاقـــدا تقـــل معه كفـــاءة الضـــخ وتزيـــد قيمـــة التكاليـــف.

وعلي ذلك يجب الالتزام التام بنقـــاط التشـــغيل التصميمي للمضخات.

ولضبـــط عمـــل المضخـــة يركـــب علي كل من فتحتـــي ســـحبها وطـــردها جهـــاز قيـــاس الضغـــط كما في الشـــكل رقـــم (٧).



شـــكل رقـــم (٧)

فعند تشغيل المضخة يجب أن يكون المجموع القياسي لضغطي السحب والطرد مساوياً للضغط الكلي للمضخة.

- **مثال ١:**

مضخة تصرفها (٢٠٠) لتر / ثانية ورفعها (٦٠) متراً. كيف يمكن تشغيلها علي نقطة التشغيل التصميمية ؟ علما بأن مستوي سحب المياه أقل من مستوي مروحة المضخة.

- **الإجابة**

- تحضر المضخة ومحبس الطرد مغلقاً
- تشغل الوحدة عن طريق إيصال القدرة (كهربية / ديزل) إليها.
- يفتح محبس الطرد ببطيء إلي أن يصبح المجموع القياسي للضغوط (قراءة مانومترا السحب والطرد) مساوياً (٦٠) متراً في هذه الحالة تكون المضخة عند نقطة التشغيل التصميمية.
- فإذا فرض أن ضغط السحب (- ٣) متر وضغط الطرد (٥٧) متر فإن الجمع القياسي لها (٦٠) مترا. وبالمثل (- ٤) متر، (٥٦) متر أو (- ١) متر، (٥٩) متر.. وهكذا.

- **مثال ٢:**

مضخة تصرفها (١٥٠) لتر / ثانية ورفعها (٣٥) متراً. كيف يمكن تشغيلها علي نقطة التشغيل التصميمية ؟ علما بأن مستوي سحب المياه أعلي من مستوي مروحة المضخة

- **الإجابة**

- تشغل الوحدة عن طريق إيصال القدرة (كهربية / ديزل) إليها.
- يفتح محبس الطرد ببطيء إلي أن يصبح الفرق بين ضغطي الطرد والسحب (قراءة مانومترا السحب والطرد) مساوياً (٣٥) متراً في هذه الحالة تكون المضخة عند نقطة التشغيل التصميمية.
- فإذا فرض أن ضغط السحب (٢) متر وضغط الطرد (٣٧) متر فإن الفرق في الضغط (٣٥) مترا. وبالمثل (٤) متر، (٣٩) متر أو (٥) متر، (٤٠) متر. وهكذا

حالة السحب

عندما تكون وحدة الضخ تعمل علي مياه بها عوالق كأن يكون مصدرها الترع أو بيارات تجميع مياه صرف صحي فلابد من مراقبة حالة السحب. ويقصد بها ضغوط السحب، حيث أنه إذا حدث انسداد بمدخل خط السحب (المصافي / المحابس) ينشأ زيادة في ضغط التفريغ (ضغط السحب) خاصة إذا كان مستوي السائل أدني من المضخة إلي أن يصل إلي قيمة تتعدي قيمة ما يعرف بـ (*NPSH*) الخاص بالمضخة فيقل تصرفها وتتولد اهتزازات بها ويزداد معدل تآكل أجزاءها الداخلية. فتقل الكفاءة

وعلي ذلك يجب مداومة مراجعة ضغط السحب وضبطه عند الحدود التي يجب أن يكون عليها بمتابعة إزالة إي انسدادات بخطوط السحب. وتجدر الإشارة إلي ضرورة إنشاء نظام لإزالة أي انسداد وخاصة بمحطات رفع الصرف الصحي.

٤. مصروفات وتكاليف الصيانة

أ. تعريفات فنية خاصة بالصيانة

- **الصيانة:** هي المحافظة على الكفاءة الإنتاجية للمعدة
- **الإصلاح:** هي إرجاع الكفاءة الإنتاجية للمعدة لما كانت عليه
- **التحسينات:** هي محاولة زيادة الكفاءة الإنتاجية للمعدة

ب. التعريفات المالية الخاصة بالصيانة

- **إحلال واستبدال المعدات**
- **الإهلاك:** هو نقصان في قيمة الأصل نتيجة للاستعمال العادي

قيمة الأصل هي القيمة النقدية التي يدفعها مالك الأصل

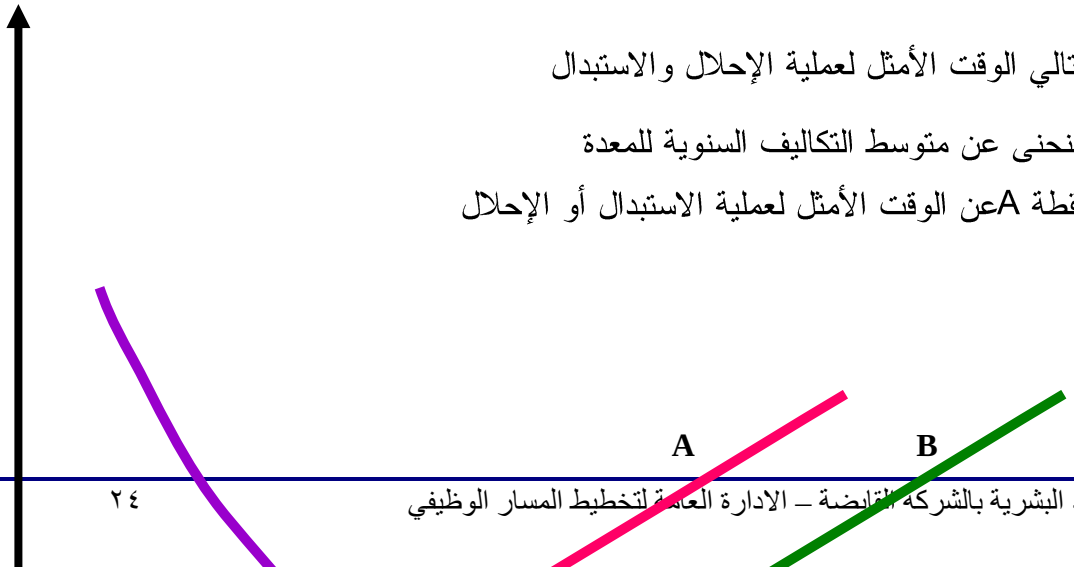
- **التقادم:** هو انخفاض فجائي في قيمة المعدات كنتيجة لمجموعة من العوامل لم تكن في الحسبان مثل القرارات الحكومية
- **العمر الاقتصادي:** هو الفترة الزمنية التي تعمل فيها الآلة بطريقة اقتصادية
- **العمر الفني:** هو الفترة الزمنية التي تكون فيها المعدة صالحة للعمل من الناحية الفنية

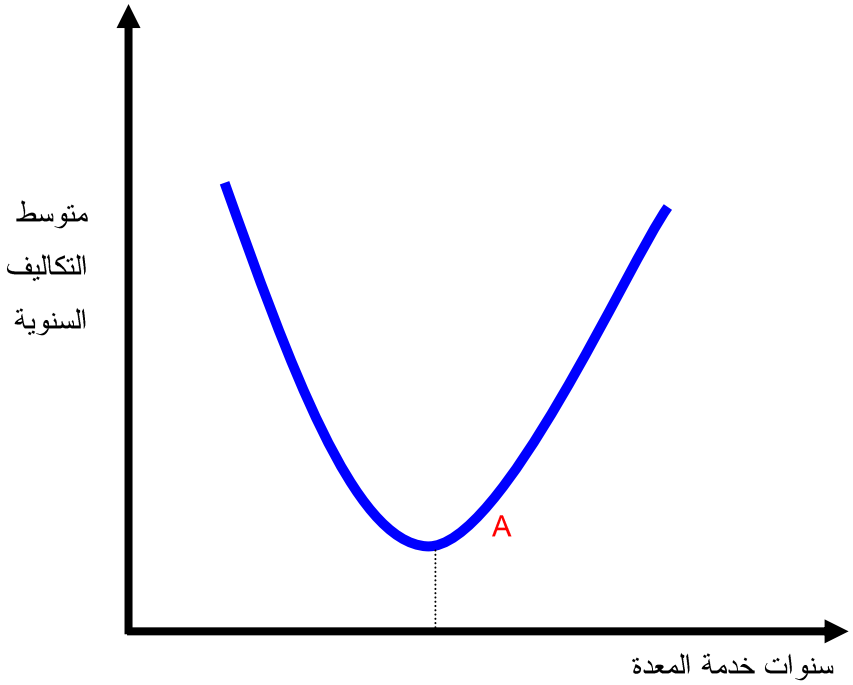
ويلاحظ أن العمر الاقتصادي أقل دائما من العمر الفني

- **التضخم:** هو زيادة سعر الماكينة خردة من سعر الأصل للمعدة
  - يوضح الشكل التالي التكاليف المنصرفة على المعدة
  - يعبر المنحنى A عن تكاليف تشغيل المعدة
  - يعبر المنحنى B عن تكاليف الصيانة والإصلاح للمعدة
  - يعبر المنحنى C عن قيمة المعدة

يوضح الشكل التالي الوقت الأمثل لعملية الإحلال والاستبدال

- يعبر المنحنى عن متوسط التكاليف السنوية للمعدة
- تعبر النقطة Aعن الوقت الأمثل لعملية الاستبدال أو الإحلال



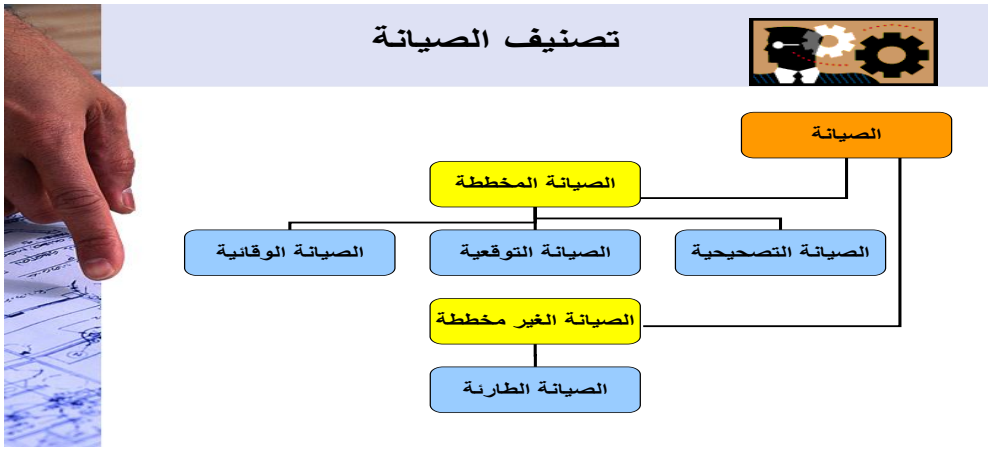


ج. أنواع الصيانة:

١. صيانة وقائية

- صيانة روتينية
- عمليات فحص وتفتيش دوري

- صيانة روتينية تتم قبل البدء في العمل



٢. صيانة إصلاحية

٣. الصيانة الحديثة باستخدام الاهتزازات (الصيانة التوقعية) والتي تعتبر جزء من أجزاء الصيانة الوقائية

الصيانة الوقائية:

ويقصد بها اتخاذ الإجراءات اللازمة لمنع حدوث الأعطال

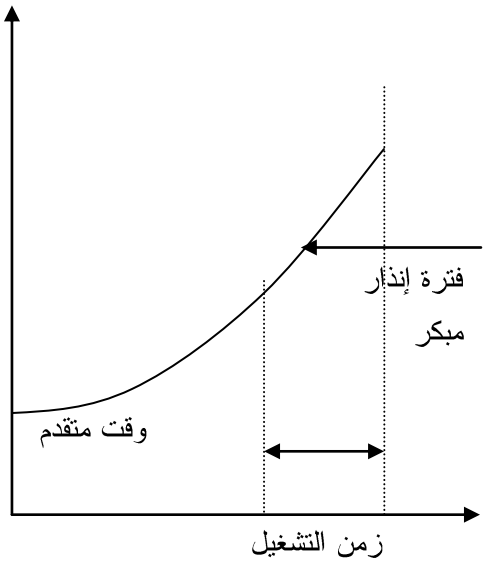
الصيانة الإصلاحية:-

اتخاذ الإجراءات اللازمة لإصلاح الأعطال بعد حدوثها

الصيانة التوقعية (باستخدام الاهتزازات):

قياس سرعة اهتزازات المعدة ومقارنتها بمقاييس معروفة وعند اقتراب هذه القيمة من القيم المتفق عليها يتم إجراء الصيانة

وينطبق على بند الصيانة التوقعية إجراء الاختبارات على أجهزة الحماية الكهربية بلوح الكهرباء وتسجيل المؤشر



د. التحكم وإدارة عملية الصيانة

تعرف عملية إدارة الصيانة بأنها الأسلوب الأمثل لتحقيق التوازن بين حجم أعمال الصيانة المخططة وحجم الأعطال وكذلك معدل الأعطال للمعدات والأصول

العناصر الأساسية لعملية الصيانة

١. الرقابة والسيطرة على أعمال الصيانة

وتتمثل في وجود شخص قادر على إعطاء الأوامر الخاصة بالصيانة وفي الغالب يكون مهندس الصيانة أو مدير المحطة والحفاظ على تسلسل عملية الأوامر حسب وجود مستند للعمل (الدورة المستندية ونماذج المدخلات ويتم توزيعها على جميع مواقع العمل

٢. برمجة الصيانة (تخطيط وجدوله)

ويتم ذلك بواسطة برامج صيانة متخصصة

٣. وجود سجلات للمعدات

يحتوي هذا السجل على تاريخ المعدة من بداية ورودها للموقع والإصلاحات والصيانة التي تمت عليها

٤. توافر قطع الغيار

لابد من توافر قطع الغيار اللازمة لعملية الصيانة وللإصلاحات التي قد تتم على المعدة

٥. وضع ميزانية لعملية الصيانة

لابد من وجود ميزانية لعملية الصيانة وذلك طبقا لتخطيط وجدولة الصيانة للحصول على أقل تكلفة ممكنة لعملية الصيانة

سياسة الصيانة

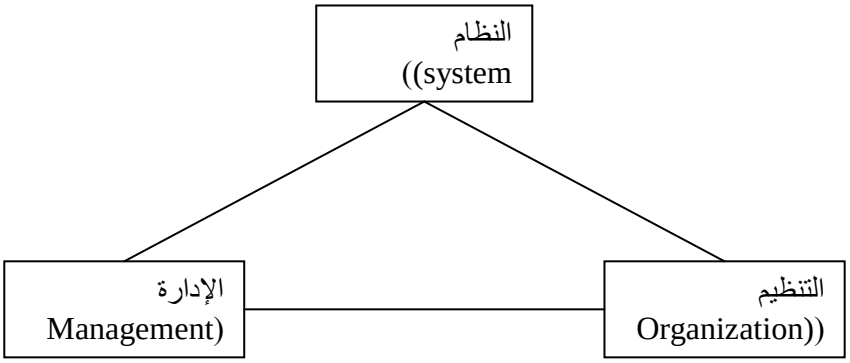
تعرف سياسة الصيانة على أنها الأسلوب أو الإجراء المتبع في عملية الصيانة؛ حيث أنه من المعلوم أن تكلفة قطع الغيار وأجور العمالة تزيد باطراد من سنة لأخري.

ويجب أن تكون سياسة الصيانة تهدف دائما إلى تحقيق أقل تكاليف ممكنة وليس خفض حجم أعمال الصيانة الوقائية أو العلاجية.

إدارة الصيانة الحديثة:

وهي عملية التخطيط والجدولة وتنظيم قطع الغيار للصيانة وكذلك تشمل كيفية تخفيض تكلفة الصيانة

عناصر النجاح في إدارة الصيانة:



أولا النظام:

هو مجموعة من المستندات تحتوى على معلومات عند ربط المعلومات ببعضها تشكل النظام (المخازن – الصيانة – التسويق.....)

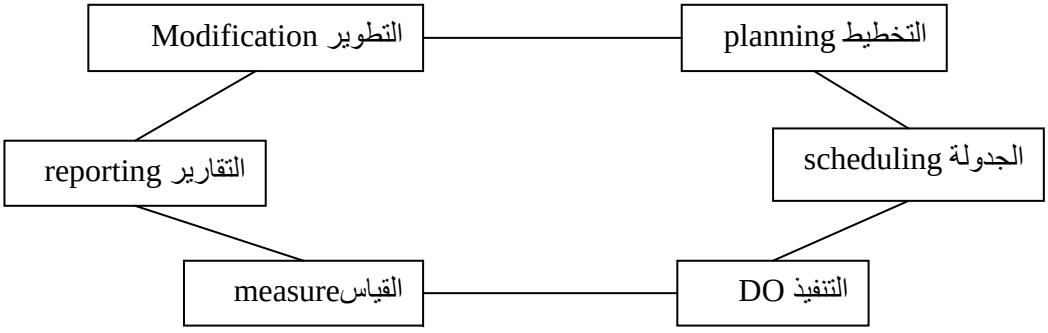
ثانيا التنظيم:

- **يمثل منظومة الأفراد المسئولين عن تشغيل النظام وتحقيق أهدافه**
  - عدد أفراد التنظيم لا يقل عن ٣ أفراد
  - يجب وجود هدف محدد يسهل تحقيقه (هدف النظام)
  - يجب وجود تفويض أو سلطة للتنظيم لتحقيق أهداف النظام
- **كيفية توزيع عمالة الصيانة (نظم الهيكلة):**
  ١. صيانة مركزية
  ٢. صيانة مناطق
  ٣. صيانة ملحقة
  ٤. تنظيم مزدوج
  ٥. تنظيم قيادي
  ٦. تنظيم مقاولات

ثالثا الإدارة (Management):

- المقصود بها هو كيفية تحقيق أهداف النظام بواسطة الأفراد والتنظيمات
- تنقسم العملية الإدارية إلى:
  - فن اتخاذ القرار (الشق الفني وهو صفة خاصة تنمو مع الإنسان منذ صغره)
  - علم الإدارة (الشق العلمي ويلزم له دراسات أكاديمية)
  - الشق العلمي في الإدارة (إدارة عمليات الصيانة Management function)

- تنفيذ وتطبيق مخططات الصيانة المجدولة الوقائية يخضع لمجموعة من الإجراءات التي تمثل سلسلة من الإجراءات مرتبطة ببعضها البعض بحيث تمثل في النهاية نجاح لعملية إدارة الصيانة وتقليل تكاليفها إلى أدنى حدودها



التخطيط Planning:

- هو عملية مركزية يتم عملها في بداية كل شهر أو كل مدة زمنية
- المعنى العلمي لتخطيط الصيانة
  ١. ترتيب الأهداف حسب الأولويات
  ٢. إمكانيات كل أمر لتحقيق الأهداف
  ٣. يتم عمل تخصيص (عدد الأيام) لتنفيذ الأعمال

الجدولة scheduling:

هي تفاصيل أعمال الصيانة Who do what and when

التنفيذ DO

يحتاج إلى المهارة الفنية والتكنولوجية (كما يحتاج لتعليمات الصيانة التفصيلية من المصنع أو من خبرات القائمين بأعمال الصيانة).

القياس Measure

قياس كفاءة النظام للصيانة تعتمد على الآتي:

- reliability الاعتمادية = قياس الثقة في المنتج أو المصنع للمعدة
- availability الإتاحية = قياس للأعطال وكفاءة الصيانة
- utilization كفاءة الاستخدام = قياس لمؤشر الكفاءة الكلية للمعدة

ولكل جزء من هذه الأجزاء معادلة لقياسه وحسابه للمعدة أو الأصل كما يلى:

= Tup فترة التشغيل للمعدة

= Td فترة التوقف للمعدة

- reliability الاعتمادية = ∑ Tup / ∑Tup + ∑ Td

- availability الإتاحية = ∑Tup / ∑Tup + ∑ Td
- utilization كفاءة الاستخدام =∑Tup / ∑Tup + ∑ Td

الثابت في هذه المعادلات هو قيمة Tup

أما قيمة Td فتختلف من معادلة إلى أخري كما يلى:

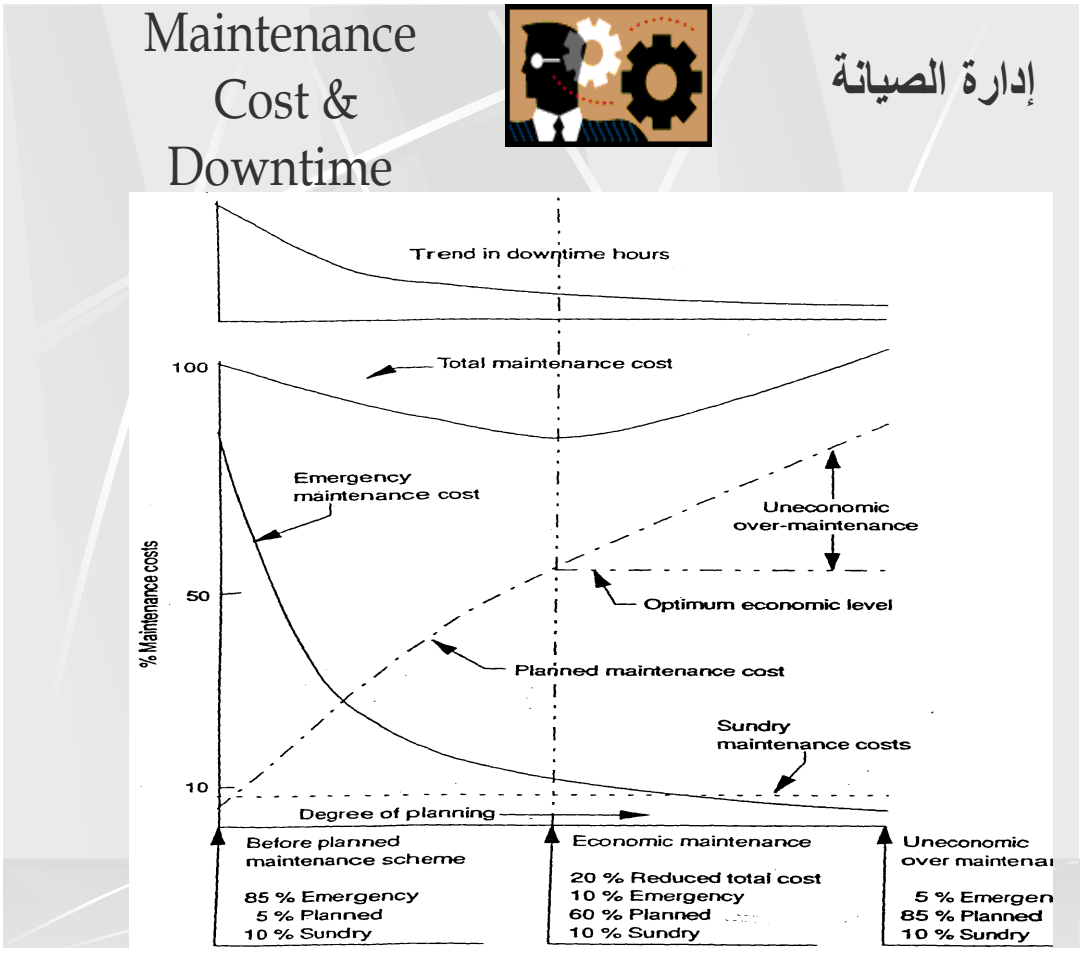
- Td١ = توقف بسبب عطل مفاجئ
- Td٢ = توقف بسبب مبرمج (مخطط)
- Td٣ = توقف بسبب عدم الحاجة للإنتاج

وبالتالي فإنه يمكن حساب قياسات الصيانة كما يلى

- reliability الإعتمادية = ∑ Tup / ∑Tup + Td١
- aviability الإتاحية = ∑Tup / ∑Tup + Td١ + Td٢
- utilization كفاءة الاستخدام =∑ Tup / ∑Tup + Td١ + Td٢ + Td٣

ه. العلاقة بين الصيانة الوقائية المخططة والصيانة العلاجية الغير مخططة ودورها في إدارة عملية التشغيل الاقتصادي

يجب الحرص دائما على وجود برنامج الصيانة الوقائية بالمحطات وتشغيله وتفعيله حيث أن تنفيذ الصيا رة الوقائية يؤدى إلى توفير في تكلفة الصيانة الكلية كما يتضح من المنحنى التالي والذى يوضح العلاقة بين تكلفة الصيانة الوقائية والعلاجية



ويتضح من هذا المنحنى ما يلى:

١. عند عدم تطبيق برامج الصيانة الوقائية تكون تكلفة الصيانة الإصلاحية أعلى ما يمكن مع وجود أعلى معدل للأعطال والتوقفات (تكلفة الصيانة الإصلاحية تمثل ٨٥% والمخططة ٥%)

٢. بالتطبيق الصحيح والاقتصادي لتخطيط وتنفيذ الصيانة المجدولة الوقائية يلاحظ انخفاض تكلفة الصيانة الإصلاحية وارتفاع نسبى في تكلفة الصيانة الوقائية مع انخفاض التكلفة الكلية للصيانة والوصول إلى الحد المعقول من حجم الأعطال والتوقفات (تكلفة الصيانة الوقائية تمثل ٦٠ % – تكلفة الصيانة الإصلاحية ١٠% – انخفاض في التكلفة الكلية بمقدار ٢٠%) ويعتبر ذلك هو الوضع المثالي لتنفيذ الصيانة بأي منشأه)

٣. يجب الحفاظ على المستوى الاقتصادي لحجم أوامر الشغل للصيانة المخططة الوقائية لعدم الوصول إلى مستوى الصرف الغير اقتصادي ويتم اللجوء إلى رفع حد حجم الصيانة المخططة عن الحد المسموح به فقط في حالة بعض المعدات الاستراتيجية التي يؤدى تعطلها وإيقافها إلى توقف المنشأة عن العمل ووجود خسائر في عملية الإنتاج

٥. مقننـــات استهلاك الطاقـــة

من الضروري أن يكون القائـــم على تشـــغيل وحـــدات الضـــخ ملمـــاً بالمعلومات الأوليـــة التي تمكنـــه من معرفـــة وتقييـــم أداء هذه الوحـــدات من حيث كون التشـــغيل الاقتصادي من عـــدمه، فهنـــاك حالات من التشـــغيل تمثـــل حـــداً ما بين التكلفـــة المقبولـــة للضـــخ والتكلفـــة الغيـــر مقبولـــة.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك اختلاف بين تكاليف الضخ لكل وحدة ضخ وسواها يمثل ما يكون الخلاف بين نوع منها حيث أن أنواع المضخات متعددة ومتنوعة فمثلاً تزيد كفاءة وحدة الضخ تبعاً لسرعتها النوعية (Specific speed) فالمضخات ذات السرعة النوعية الكبيرة تزداد كفاءتها أي يقل تكلفة ضخ وحدة الحجوم ومن المعروف أن السرعة تحدد شكل سريان السائل داخل مروحة (Impeller) المضخة فالكفاءة تزيد كلما تحول السريان من الحالة القطرية (Radial) إلى الحالة المحورية (Axial) وهذا ما يتحدد من خلال تعريف السرعة النوعية.

وبصفة عامة فإن أنظمة الضخ المستخدمة سواء كانت لأنظمة مياه الشرب أو الصرف الصحي يجب ألا يزيد متوسط استهلاك الطاقة فيها عن المقننات الآتية:

أ. محطات رفع مياه الشرب

من الأسس العلمية والعملية وجد أن معدلات استهلاك الطاقة للمياه كما يلي:

- **وحدات ضخ المياه العكرة**

- رفع ٢٠ متر ← الطاقة المستهلكة ≤٠.٠٨٥ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ١٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.٠٦٥.كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٢٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤٠.١١٠ كيلو وات ساعة / متر^{٣}

- **وحدات ضخ المياه المرشحة**

- رفع ٤٠ متر ← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.١٧ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٤٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.١٩ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٥٠ متر← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.٢١ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٥٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.٢٣ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٦٠ متر← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.٢٦ كيلو وات ساعة / متر^{٣}

ب. محطات الصرف الصحي

من المعروف أن مياه الصرف الصحي ذات خصائص تختلف عن مياه الشرب من حيث الكثافة والمواد العالقة بها وهي تعتبر بصفة عامة مياه ذات خصائص ذات تأثير ميكانيكي (تآكل ميكانيكي أو Erosion) وتأثير كيمائي (تآكل كيمائي Corrosion) وعلى ذلك تحدث بعض المشاكل وارتفاع في تكلفة ضخ مياه الصرف الصحي مقارنة بمياه الشرب وقد يكون من الضروري مراعاه تلك الخصائص أثناء دراسة البدائل من حيث مواصفات المعدات وكذا تكاليف تشغيلها.

ومن خلال بعض المعايير العملية وجد أن استهلاك الطاقة لمحطات رفع مياه الصرف الصحي تكون مقبولة في الحدود التالية:

- رفع ٣٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤٠.١٧ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٣٠ متر← الطاقة المستهلكة≤٠.١٥ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ٢٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≤ ٠.١٢ كيلو وات ساعة / متر^{٣}

- رفع ٢٠ متر ← الطاقة المستهلكة ≥ ٠.١٠ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ١٥ متر ← الطاقة المستهلكة ≥ ٠.٠٨ كيلو وات ساعة / متر^{٣}
- رفع ١٠ متر ← الطاقة المستهلكة ≥ ٠.٠٥ كيلو وات ساعة / متر^{٣}

ويمكن وضـــع النتـــائج بالجـــدول التالـــي:

الرفـــــــع	الطاقة المستهلكة (ك وس/ م^{٣})	
	مياه الشرب	صرف صحى
٦٠	٠.٢٦	–
٥٥	٠.٢٣	–
٥٠	٠.٢١	–
٤٥	٠.١٩	–
٤٠	٠.١٧	–
٣٥	٠.١٥	٠.١٧
٣٠	٠.١٣	٠.١٥
٢٥	٠.١١	٠.١٢
٢٠	٠.٠٨٥	٠.١
١٥	٠.٠٦٥	٠.٠٨

٦. تحســين معامــل القــدرة (Power Factor)

مقدمـــــــــــة:

القــدرة الكهربيـــة عبارة عن جزئيين هما القدرة الفعالة (Active Power) وتقاس بالكيلووات والقـــدرة الغير فعالـــة (Reactive Power) وتقاس بالكيلو فولت أمبير أو الكيلو فار. والقدرة الفعالة لازمـــة لتشـــغيل المحركات والمصابيح وأجهزة التســـخين أما الغير فعالـــة فهي لازمة لمغنطة الدوائر المغناطيســـية كما في حالات المحولات والمحركات والأفران الحثيـــة.

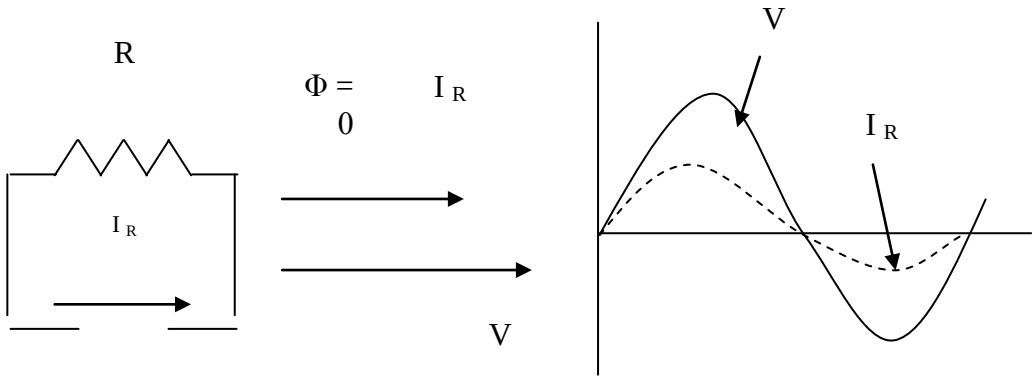
وقد يكون من المفيد ذكر الأحمال بصفة عامة عادة ما تكون محتوية علي مكونات تستهلك قدرات فعالة وغير فعالة في ذات الوقت. إلا أن الأجهزة الحثية تحتاج الي تيار كهربي إضافي لمغنطة الدوائر المغناطيسية بها لاعتمادها في العمل علي المجال المغناطيسي المتولد في ملفاتها.

الدوائر الكهربية بصفة عامة تتكون من:

- مقاومات (وتقاس بوحدة الأوم).
- ملفات أو مقاومات حثية (وتقاس بوحدة الهنري).
- مكثفات أو المقاومات السعوية (وتقاس بوحدة الفاراد).

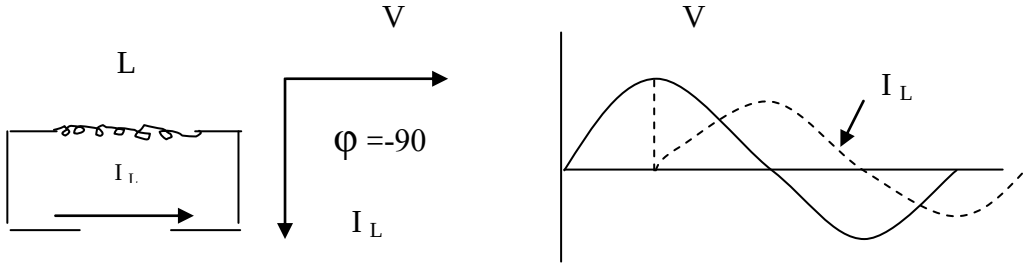
وشكل رقم (١٧) يبين مرور تيار متردد في كل من مقاومة وملف ومكثف ويتضح منه وضع التيار الكهربي بالنسبة الي الجهد.

وإذا كانت هناك دائرة تحتوي علي مقاومة وملف ومكثف معا فإن المحصلة الاتجاهية للتيارات يوضحها شكل رقم (١٨) والذي يتبين منه أن جهد الملف وجهد المكثف متضادين.



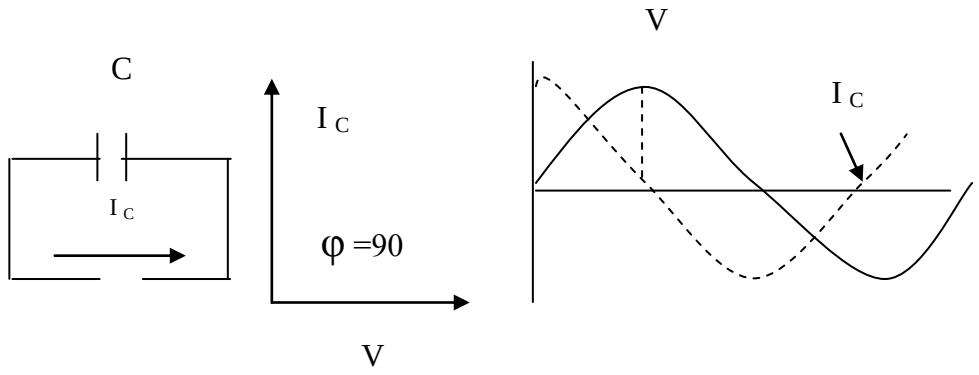
مرور تيار متردد في مقاومة أومية

التيار متلازما مع الجهد لا يسبقه أو يتأخر عنه



مرور تيار متردد في ملف أو مقاومة حثية

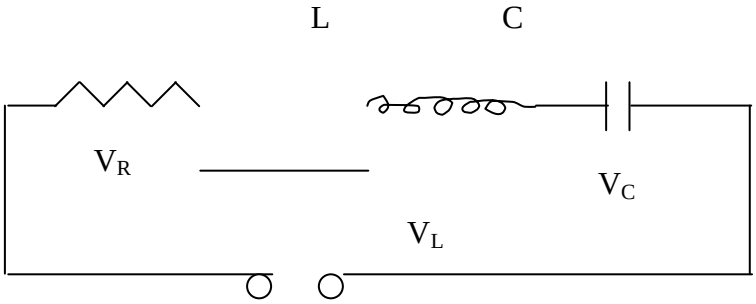
التيار متأخرا (Lagging) عن الجهد بزاوية مقدارها (٩٠) درجة

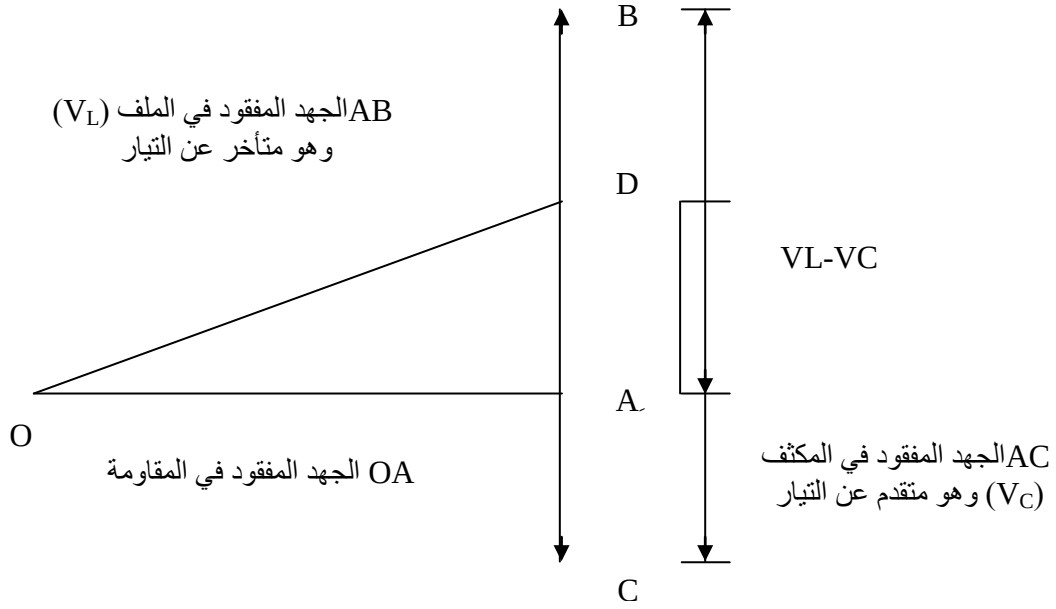


مرور تيار متردد في مكثف أو مقاومة سعوية

التيـــار متقدما (Leading) عن الجهد بزاوية مقدارها (٩٠) درجـــة

شـــكل رقم (١٧)





شكل رقـــم (١٨) منحني الجهد لدائرة مقاومة وملف ومكثف وتصلين علي التوالي

وعليـــــه فمحصلتهما هو المتجـــــــه (AD) وهو عبـــــارة عن القيمة ($V_L - V_C$) ويكون جهـــــد المصـــــدر (V) الممثـــــل بالمتجـــــه (OD) هو المجموع الاتجاهي لكل من جهـــــد المقاومة (OA) وجهد الملف والمكثف معا

(AD). ويسمى جيب تمام الزاوية (φ) بمعامل القدرة ويكتب (φCOS) وما يقال عن الجهد يقال عن القدرة، وشكل رقم (١٩) يمثل هذا وفيه:

- (OD) القدرة الظاهرية وتساوي KVA S = IV
- (OA) القدرة الفعالة وتساوي Kw P = IV cos ϕ
- (AD) القدرة غير الفعالة وتساوي KVA Q = IV sin ϕ

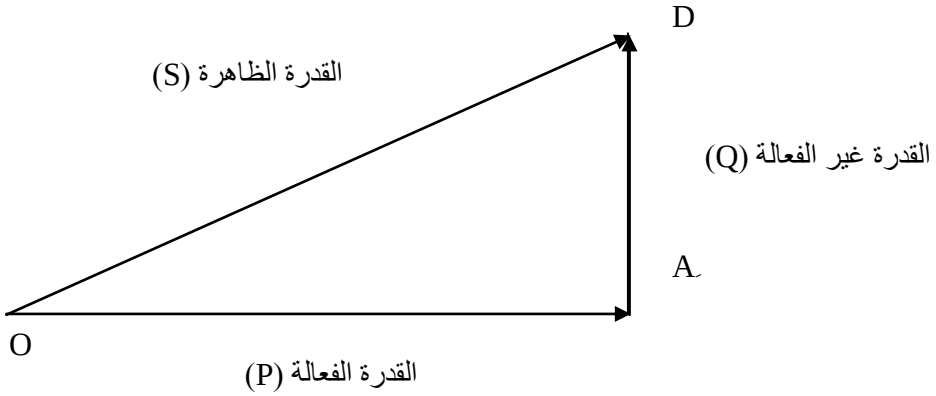
وكلما كانت الزاوية (φ) صغيرة وهو ما يحدث عند إضافة مكثفات للدائرة فإن معامل القدرة يزيد كما في شكل رقم (٢٠). فالزاوية (φ_2) أصغر من (φ_1) ويتضح ان تحسين معامل القدرة من ($\cos \varphi_1$) الي ($\cos \varphi_2$) يؤدي الي:

- عدم تغيير القدرة الفعالة (P).
- خفض القدرة غير الفعالة من(ϕ_1) الي (ϕ_2).
- خفض القدرة الظاهرية من ((S_1 الي (S_2).ونتيجة لخفض القدرة الظاهرية فإن تيار الحمل ينخفض كذلك حيث أن جهد المصدر ثابت.

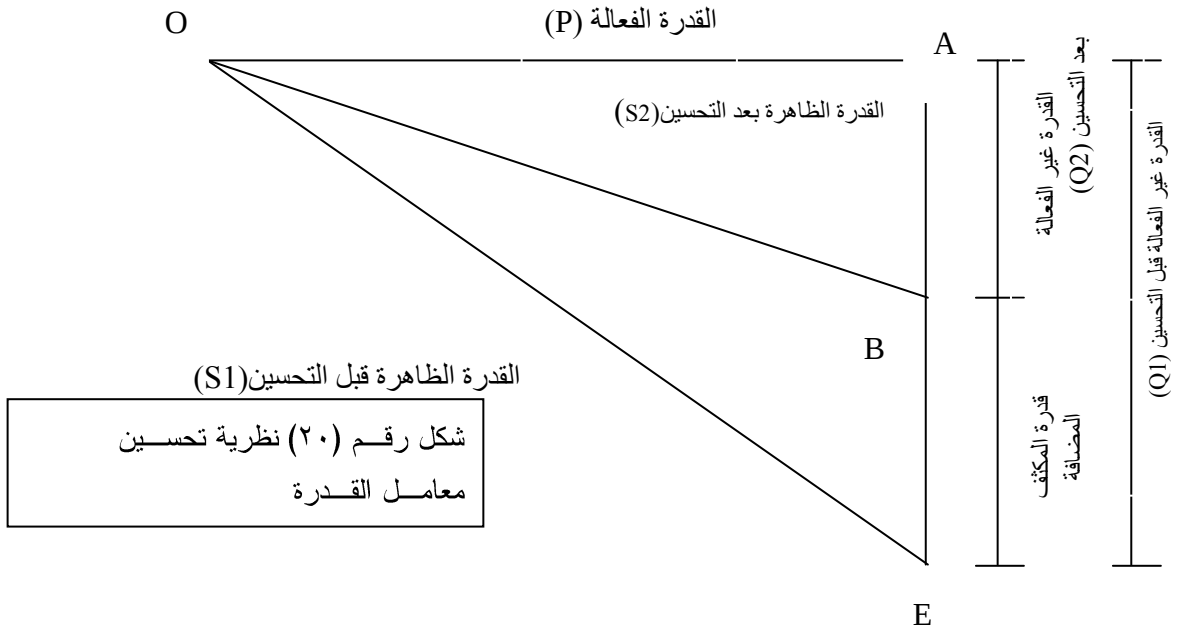
أي أن: S = IV

ومنه I = S / V

وكلما قلت (S) تقل (I) وبالتالي يقل فاقد الطاقة الممثل في القيمة ($I^2 R$) وتقل أيضا أحجام ومقاسات المكونات الكهربية من مفاتيح وكابلات وخلافة.



شكل رقم (١٩) معامل القدرة



شكل رقـم (٢٠) نظرية تحسـين معامـل القـدرة

- المتجه OE يمثل القدرة الظاهرية قبل التحسين ك ف أ S١
- OA يمثل القدرة الفعالة قبل التحسين ك وات P
- AE يمثل القدرة غير الفعالة قبل التحسين ك فار Q١
- EB يمثل القدرة غير الفعالة المضافة الي الحمل بواسطة المكثف والمضادة للقدرة غير الفعالة الأصلية كيلو فار.
- OB يمثل القدرة الظاهرية بعد التحسين ك ف أ S٢
- AB يمثل القدرة غير الفعالة (Q٢) بعد التحسين ك فار
- ϕ_1 الزاوية قبل التحسين
- ϕ_2 الزاوية بعد التحسين وهي أصغر من ϕ_1

تحسـين معامـل القـدرة

استخدام مجمـوعة مكثفـات (Capacitor Bank)

إن أبسـط الطرق لتحسـين معامل القدرة هو تركيب مكثفات عند المحركات أو لوحـات التوزيـع. حيث أن التيار الكهربي خلال هذه المكثفات يسـبق الجهـد عليها بمقـدار (٩٠) درجـة لذا فإنه يحـد من تأثير التيار الحثي المتأخر عن الجـهد مما يؤدي الي تقليل الكيلو فولت أمبير غيـر الفعال المطلوبة من المصدر الكهربي.

وعادة ما يتم تركيب المكثفات بإحدى الطرق:

١. مجموعة مكثفـات ذات قيمـة ثابتـة

حيث توصـل علي التوالي أو التوازي لتكون وحدة ذات قيمـة مقننـة ثابتـة ويمكن تشـغيل هذه المجموعة يدويا أو آليـا باستخدام مفتـاح تلامس كما يمكن توصيلها مباشـرة مع أطراف الأحمال الحثيـة.

٢. مجموعة مكثفات آلية ذاتية الضبط

وفيها يتم ضبط قيمة المكثفات حسب القدرة غير الفعالة. وغالبا ما يفضل استخدام هذا النوع علي أطراف التحميل الخارجية من لوحة مفاتيح الضغط المنخفض الرئيسية.

تحديد قدرة المكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة

يجب أولا تحديد ثلاث عوامل لتحسين معامل القدرة وهي:

- قيمة معامل القدرة الحالي.
- قيمة الحمل (كيلووات) المطلوب تحسين معامل قدرتها.
- القيمة المأمولة لمعامل القدرة.

وكما سبق ذكره فإن جيب تمام الزاوية (φ) يحدد معامل القدرة

جتا (φ) = الكيلووات الفعال / الكيلو فولت أمبير.

ولتسهيل تحديد معامل التحسين فقد تم تسجيل القيم المختلفة له في الجداول المرفقة ولكي تتضح كيفية استخدام تلك الجداول نورد المثال التالي:

- **مثال ١**

إذا كان معامل القدرة الحالي (٠.٧٤) والمطلوب (٠.٩٠) إحسب خصائص المكثف المطلوب إضافته للدائرة.

- **الحل:**

تحت عنوان معاملات الضرب بالجدول تحت خانة (٠.٩٠) نتجه لأسفل العمود حتي نصل قبالة الرقم (٠.٧٤) أسفل عنوان قبل التحسين فنجد القيمة (٠.٤٢٥) وتسمي معامل التحسين. بضرب هذه القيمة في القدرة العاملة للمحركات بالكيلووات نحصل علي قدرة المكثف المطلوب إضافته بالكيلو فولت أمبير غير فعال.

- **مثال ٢**

إذا كان معامل القدرة الحالي (٠.٨١) والمطلوب (٠.٩٥) احسب خصائص المكثف المطلوب إضافته للدائرة إذا كان الحمل قدره (١٠٠) كيلووات.

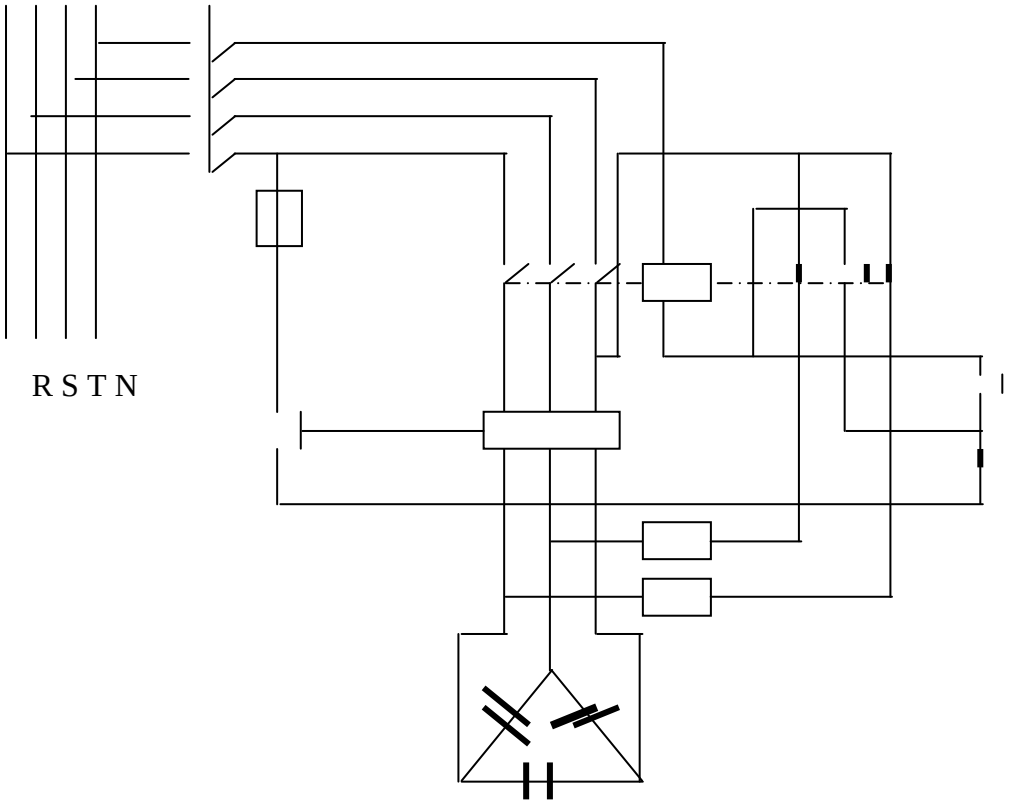
- **الحل:**

كما سبق تحت عنوان معاملات الضرب بالجدول تحت خانة (٠.٩٥) نتجه لأسفل العمود حتي نصل قبالة الرقم (٠.٨١) أسفل عنوان قبل التحسين فنجد القيمة (٠.٣٩٥). بضرب هذه القيمة في القدرة العاملة للمحركات بالكيلووات وهي (١٠٠) نحصل علي قدرة المكثف المطلوب إضافته وتساوي (٣٩.٥) كيلو فولت أمبير غير فعال.

وبصفة عامة تتعدد طرق وضع المكثفات لتحسين معامل القدرة فيمكن تكوين دائرة مكثفات لكل ماكينة علي حده أو تنفيذ دائرة لمجموعة ماكينات أو لمصنع بالكامل ويمكن في تلك الحالة تركيب جهاز تنظيم معامل القدرة الذي يقوم بالتحكم في قيمة معامل القدرة تبعا للحمل فيصل بعض المكثفات أو يفصلها تبعا للوضع التشغيلي.

والشكل رقم (٢١) يوضح دائرة القوي والتحكم لمجموعة مكثفات لتحسين معامل القدرة

دائرة القوي والتحكم بمجموعة مكثفات لتحسين معامل القدرة



شكل رقم (٢١)

٧. التحكم في استهلاك الخامات الداخلة بشكل مباشر في عملية الإنتاج

أ. الكلور (محطات مياه الشرب ومحطات معالجة الصرف الصحي):

١. يتم حساب جرعات الكلور بناء على كميات المياه سواء كانت مياه مرشحة أو مياه عكرة وذلك اعتمادا على قيمة الكلور المتبقي المطلوب في كل مرحلة وذلك حسب المعادلة الآتية:

جرعة الكلور المطلوبة (جم / م٣) = كمية الكلور المضافة (كجم / ساعة) / تصرف المياه في المرحلة (م٣ / ساعة)

٢. يقوم المشغل بمساعدة كيميائي المحطة بضبط جرعة الكلور باستمرار حسب المعادلة في البند ١ ويتم الحصول على قيمة الكلور المتبقي المطلوب (جم / م٣)

٣. يقوم مدير المحطة ومهندس التشغيل بمراجعة كميات الكلور المستهلكة يوميا باستخدام برنامج الحسابات الخاص بجرعات الكلور ويتم تصحيح الوضع والجرعات عند اللزوم

٤. يجب أن يحرص مسئولي تشغيل الكلور على تصفية أسطوانات الكلور عند انتهاء الكميات بها ويتم التأكد من ذلك بوزنها ويتم معايرة وضبط أجهزة موازين الكلور وإجراء الصيانة الدورية لها باستمرار حسب تعليمات المصنعين والتأكد من دقة قراءتها
٥. يجب أن يحرص المشغلين على منع أي تسريب للكلور بخطوط الحقن وكذلك بمحابس الأسطوانات وتتم المراجعة اليومية لهذه الأعمال ولا يسمح إطلاقا بوجود تسريب للكلور داخل العنابر
٦. الحرص الدائم على الصيانة الدورية لأجهزة حقن الكلور والتأكد من أجهزة التصرف الخاصة بها ومدى دقتها
٧. تواجد أجهزة لقياس الكلور المتبقي بمراحل المحطة تعمل بدقة وذلك للمراقبة المستمرة لجرعات الكلور وتعديلها عند اللزوم
٨. الاتجاه الجاد لاستخدام التكنولوجيات الحديثة في أنظمة حقن الكلور مثل: أجهزة المبخرات والتي تضمن الاستخدام الكامل لأسطوانة الكلور – أجهزة الإنذار ومنظومات علاج التسرب مثل Casotic Soda

ب. الشبة السائلة (محطات مياه الشرب):

معايرة طلمبات حقن الشبة بمعدل مرة واحدة كل ٣ شهور على الأقل وضبط معدل تصرفها عند اللزوم (سوف يتم التعرض لعملية المعايرة وطريقتها في بند متقدم) ويحسب أقصى تصرف لطلمبة الحقن في كل مرة ويراجع مع القراءات السابقة ويتم حساب قيمة الشوط الذى تضبط عليه الطلمبه من المعادلة:

شوط الطلمبة المطلوب = تصرف المياه العكرة (م ٣/ساعة) * جرعة الشبة (جم / م ٣) * ١٠٠ / أقصى تصرف لطلمبة الحقن (لتر / ساعة) * تركيز المحلول (كجم / م٣) * ١٠٠٠

١. يتم الحرص على ضبط معايرة أجهزة قياس التصرف للمياه العكرة والمرشحة والتي يضبط على أساسها جرعات الكيماويات
٢. يتم استلام كميات الشبة السائلة الواردة للمحطة بطريقة سليمة ويتم حساب الكمية الواردة فعليا بتكعيب الكمية وقياس التركيز ويقوم المعمل بحساب الحجم والوزن ومطابقته بالوارد بإذن الشبة الواردة
٣. يقوم معمل المحطة ومهندس التشغيل بالإشراف على عمليه تحضير كميات الشبة للحقن في التنكات المخصصة لذلك (أحواض التخفيف) ويقاس التركيز والذى يعتبر من العناصر الهامة في معادلة حساب شوط طلمبة حقن الشبة
٤. يجب أن يكون المشغل حريص على عدم وجود إنسكابات للشبة سواء حول أحواض التركيز أو أحواض التخفيف أو وجود كسور أو تسريب من خطوط الحقن أو طلمبه الحقن ويجب المرور الدوري بكل وردية بواسطة مشرف الوردية على كل هذه الأماكن ومنع وجود تسريب أو إنسكابات عند وجودها
٥. يقوم معمل المحطة بحساب جرعة الشبة المطلوبة ويقوم بإجراء الاختبار اللازم لذلك (JAR TEST) ويحدد جرعة الشبة الاقتصادية والتي تحقق أفضل تنديف وأقل جرعة ممكنة
٦. تتابع كميات الشبة المستهلكة يوميا عن طريق برنامج حساب الكميات المخصص لذلك ببرنامج تشغيل تسجيل بيانات المحطة ويعاد ضبط الجرعات وضبط الكميات على ذلك

كيفية ضبط جرعات الكيماويات

ضبط جرعة الشبة

يتم ضبط جرعة الشبة طبقا لاختبار الجار تست بالمعمل (JARTEST) للمياه الخام ويعاد ضبط جرعة الشبة كلما تغيرت خصائص المياه ويتم التنسيق بين مدير المحطة أو مهندس المحطة ومشرف التشغيل وكيميائي المعمل في هذا الشأن ولا يتم عملية ضبط الجرعة مرة واحدة بل يلزم المتابعة المستمرة لها حسب توجيهات المعمل لتقليل استهلاكها مع المحافظة على أعلى نسبة جودة للمياه ولو أمكن مثلا تقليل استهلاك الشبة فإن ذلك يوفر كثيرا من تكاليف التشغيل

طريقة حساب جرعة الطلمبة

بفرض أن طلمبة الشبة تعطي ٥١٤ جالون / ساعة عند مشوار ١٠٠% من المكبس ولنفرض أن المعمل حدد جرعة الشبة ٣٠جم/م٣ لمروق يعطي ٥٠٠٠ م٣/س

فتكون كمية الشبة الصلبة المطلوبة = ٥٠٠٠*٣٠=١٥٠٠٠٠ جم/ساعة

وبما أن الشبة المستعملة سائلة بتركيز ١٠% (١٠جم شبة صلبة / ١٠ مل ماء)

تكون كمية الشبة المطلوبة =١٥٠٠٠٠*١٠/١٠٠

= ١٥٠٠٠٠٠ مل/ساعة

=١.٥م٣/ساعة

مكبس الطلمبة يعطي ٥١٤جالون / ساعة عند مشوار ١٠٠%

=٥١٤*٣.١٨ لتر/ ساعة

=١.٩٥م٣/ساعة

لكي نحصل على جرعة ١.٥م٣/ساعة فإنه يلزم ضبط المشوار بنسبة

=(١.٥*١٠٠)/١.٩٥=٧٦%

وحيث ان أقصى مشوار للمكبس مقسم إلى ١٠٠ قسم (علامة)

فيتم ضبط المشوار للمكبس على العلامة (٧٦).

ملحوظة:-

جالون أمريكي = ٣.٨ لتر

خطوات حساب جرعة الشبة

لحساب كمية الشبة التي يجب إضافتها في الساعة إلى المياه العكرة باستخدام طلمبة الحقن فيجب تحديد فتحة تصريف الطلمبة كالآتي:

كمية المياه العكرة (م٣/س) * الجرعة جم/م٣ *١٠٠

فتحة التصريف= تركيز الشبة (جم/لتر) * سعة الطلمبة (أقصى تصريف) (لتر /س)

وبفرض أن كمية المياه العكرة التي تدخل بيارة التوزيع تساوي ٢٠٠٠ م٣ /ساعة وتركيز محلول الشبة المعد للاستخدام ١٠% والجرعة المطلوبة ٢٥ جم/م٣، سعة طلمبة الشبة ١٢٠٠ لتر /ساعة

فتكون كمية الشبة المطلوبة في الساعة = ((٢٠٠٠*٢٥)/١٠)*١٠٠ = ٥٠٠٠٠٠ مل = ٥٠٠ لتر

وبالتالي فإنه يتم ضبط الطلمبة على فتحة مقدارها = (٥٠٠*١٠٠)/١٢٠٠ = ٤١.٦ % تقريبا

أي أن الطلمبة تضبط على ٤١.٦% من سعتها ٥٠٠ لتر / ساعة بجرعة قدرها ٢٥ جم/م٣ لكل ٢٠٠٠ م٣ مياه

معايرة طلمبات حقن الشبة

من العمليات الهامة جدا بمحطات مياه الشرب أن يتم عمل معايرة لطلمبات حقن الشبة حيث أنها من الأجهزة والمعدات الهامة التي تحكم وتتحكم في كميات الشبة المستهلكة وبالتاليفي عملية التشغيل الاقتصادي

أ. كيفية إجراء المعايرة للطللمبات داخل المحطة:

نظرا لأهمية طلمبات حقن الشبة وتشغيلها المستمر والاعتماد عليها في ضبط الجرعة المطلوبة لعملية الترسيب داخل المحطة فإنه ينصح بإجراء عملية المعايرة لطلمبات حقن الشبة كل ٣ شهور على الأقل

الهدف من معايرة طلمبات حقن الشبه: كما ذكر في الجزء الخاص بعمليه تشغيل الكيماويات بالمحطة وكيفية ضبط الجرعات فإنه لضبط الجرعة يتم ضبط طلمبة الشبة على قيمة الشوط المطلوب والتي تحسب من المعادلة

$$\text{فتحة التصريف} = \frac{\text{كمية المياه العكرة (م٣/س)} * \text{الجرعة جم/م٣} * ١٠٠}{\text{تركيز الشبة (جم/لتر)} * \text{سعة الطلمبة (أقصى تصريف) (لتر /س)}}$$

ولذلك فإن التغيير في التصرف الأقصى للطلمبة يكون له أثر بالغ في تغيير الجرعة وكمية الشبة المضافة ومن الممكن أن يتغير التصرف للطلمبة لأي سبب من الأسباب من وقت لآخر مع تشغيل الطلمبة نتيجة لعدة عوامل منها تغيير بعض الأجزاء الداخلية بها أو التعديل في الميكانزيم الخاص بالطلمبة وفي بعض الأحيان وكنتيجة لعملية المعايرة

الدورية للطلمبة يتم إتخاذ إجراء بعمل عمرة وصيانة شاملة للطلمبة نتيجة ملاحظة تغيير جذري وملحوظ في تصرفها يؤثر على ضبط جرعة الشبة

الأدوات المطلوبة لعملية معايرة طلمبة الشبة:

أ. تانك شفاف دائري أو مربع سعة (٢٠– ٤٠ لتر) مدرج حسب الحجم (لتر)

ب. ساعة إيقاف

طريقة المعايرة:

أ. يتم توصيل سحب تانك المعايرة بحوض التخفيف للشبة ويكون خط الطرد للطلمبة ثابت على نقطة الحقن المعتادة وذلك لضمان عدم التغيير في ظروف التشغيل العادية للطلمبة

ب. يتم ملئ تانك المعايرة الشفاف بالكمية المطلوبة من الشبة (في حدود ٢٥ لتر)

ج. يتم تشغيل طلمبة حقن الشبة المراد معايرتها بعد ضبط الشوط على قيمة ٢٥%

د. بعد التشغيل وملاحظة إستقرار سطح السائل بالتانك يتم بدء تشغيل ساعة الإيقاف بعد تسجيل المنسوب للبداية

ه. قبل الوصول إلى قاع التانكو عند علامة محددة يتم تسجيل وقت النهاية بواسطة ساعة الإيقاف

و. بذلك يتم تحديد الكمية المستهلكة والزمن ويمكن بذلك حساب التصرف المطلوب للطلمبة (لتر / ساعة)

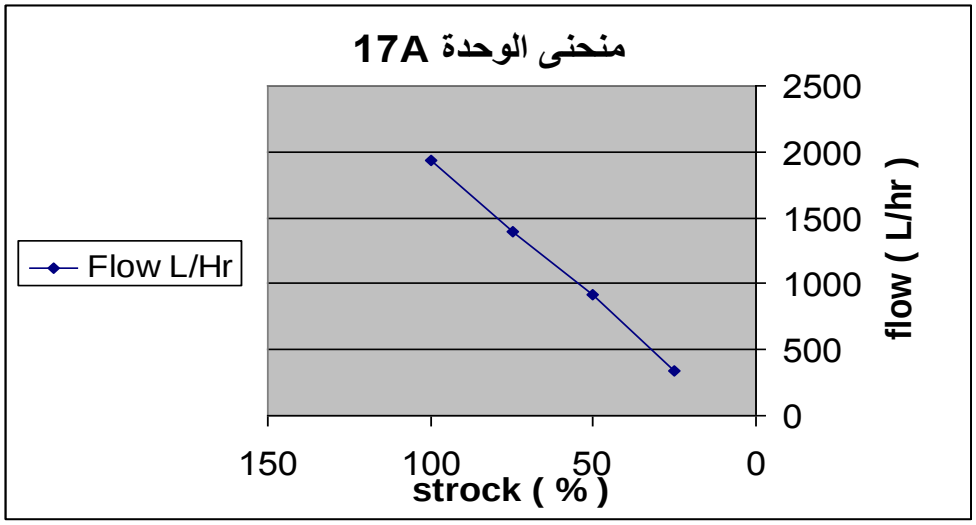
ز. يتم تكرار الخطوات السابقة من (ب إلى ح) على أشواط ٥٠% & ٧٥% & ١٠٠% وبذلك يتم على منحنى الأداء للطلمبة ويتم رسم المنحنى على (Excel Sheet)

ب. القراءات المسجلة والجداول:

يتم تسجيل نتائج المعايرة في جدول كالتالي:

الشوط (%)	٢٥%	٥٠%	٧٥%	١٠٠%
التصرف(ل/س)				

ج. مثال عملي لشكل منحنى الأداء لطلمبة حقن شبة:



د. تحليل نتائج عملية المعايرة:

من أهم النقاط التي يتم النظر إليها في نتائج المعايرة هو:

١. شكل المنحنى مقارنة بآخر منحنى للطلمبة عند معايرتها
٢. أقصى تصرف محسوب عند شوط ١٠٠%

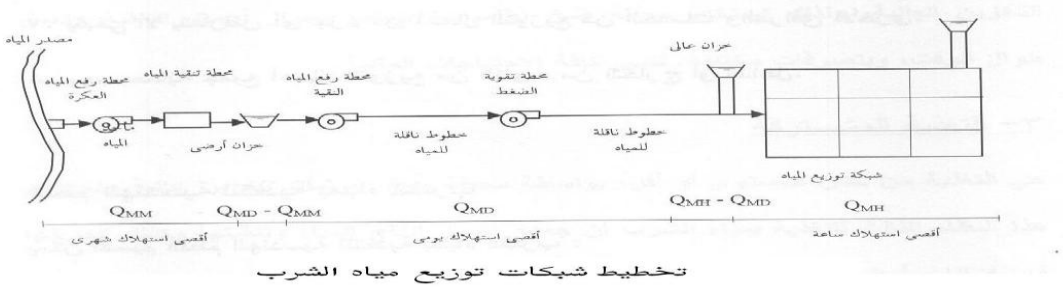
٨. الفواقد الميكانيكية بالمحطات والشبكات

مراجعة اماكن المحابس وكفاءة عملها

من العناصر الهامة في عملية إنتاج المياه ولها تكلفة عالية. لذا يجب الحرص من إدارة المحطة والمشغلين على توفير الاستهلاك الكهربي بالمحطة قدر الإمكان وذلك كما يلى:

١. عند طلب وحدات ومعدات جديدة يتم اختيارها بالشكل المناسب بحيث لا يكون هناك استهلاك زائد للطاقة الكهربية بدون داع وعلى سبيل المثال عند اختيار وحدة طلمبة جديدة مرشحة فإنه يلزم أولا عمل الدراسات الهيدروليكية للشبكة المغذاه من المحطة وتحديد أقصى ضغط مطلوب لوصول المياه للمشتركين ويؤخذ في الاعتبار دائما إذا كانت المحطة تغذى شبكة مغلقة أو شبكة مفتوحة أو مجموعة من روافع المياه (Booster stations) ويحدد على أساس ذلك الضغوط المطلوبة

ويتم في العادة حساب الفواقد الهيدروليكية في خطوط الطرد من المعادلات الآتية:



تخطيط شبكات توزيع مياه الشرب

Darcy–Weisback formula for pipe line:

$$h_f = f\left(\frac{l}{d}\right)\left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

where

h_f = friction loss (ft)
l = length of pipeline (ft)
d = inside diameter of pipe (ft)
v = mean flow velocity (ft/s)
g = acceleration of gravity (32.2 ft/s^2)
f = friction coefficient (0.0002 to 0.002)

وتنطبق نفس المنهجية في حساب الفواقد على إنشاء وتصميم روافع الصرف الصحي وخطوط الطرد الخاصة بها لمحطات المعالجة

٢. عند وجود الوحدات بالمحطة سواء كانت مرشحة أو عكرة بضغوط عالية ولا توجد حاجة لهذه الضغوط فإنه يتم التحكم في الضغط عن طريق غلق محابس الطرد للطلمبات أو المحابس الموجودة على خطوط الطرد المجمعة بما يعنى وجود فاقد في هذه المحابس حيث أن قيمة القدرة الهيدروليكية = التصرف (ل/ث) * الضغط (م) / ١٠٢ ك. وات وبافتراض أن قيمة ضغط الطلمبات هو ٦٠ متر والتصرف هو ٢٠٠ ل / ث فتكون الطاقة المستهلكة في هذه الحالة هي ١١٨ ك. وات وبفرض أن الضغط المطلوب في الشبكة هو ٣٥ متر فقط فتكون الطاقة المطلوبة والمستفاد منها فعليا في هذه الحالة هي ٦٩ ك. وات أي أنه يوجد فاقد في الطاقة يقدر ب ٤٩ ك. وات

٣. لحل هذه المشكلة وتوفير الطاقة المستهلكة بدون داع في المحابس يتم استخدام مغيرات السرعة والتي يمكن خلالها النزول بسرعة الطلمبات إلى السرعة التي تحقق الضغط المطلوب والتصرف تقريبا في نفس الوقت ويكون التشغيل للوحدة في هذه الحالة على منحنى آخر للطلمبة وبالتالي يتم توفير الطاقة الكهربية المستهلكة في المحابس مع تحقيق تحكم أفضل فيالطلمبات

٩. فواقد المياه

تتعدد أماكن فقد المياه داخل محطات مياه الشرب ومن أشهر الأماكن التي تفقد فيها المياه

أ. فاقد الروبة والصرف في أحواض الترسيب
ب. غسيل المرشحات
ج. طلمبات العينات وعينات المعامل
د. غسيل الأحواض والتنكات
ه. الخدمات العامة بالمحطة والتسريب بالخطوط

وللحصول على أقل فاقد للمياه بالمحطات يجب إتباع الإجراءات والتعليمات الآتية:

١. يجب عمل الدراسات اللازمة لتحديد الأزمنة المثلى لفتح محابس الروبة بالمروقات ويقوم المعمل بأخذ العينات من طبقات بطانية الندف (عند وجود الترسيب الرأسي) بالمروق ويتم ضبط فتح المحابس سواء كانت يدوية أو أوتوماتيكية بناء عليها
٢. يجب أن تتواجد أجهزة لقياس المياه العكرة والمرشحة والغسيل بالمحطة لتحديد أماكن الفقد للمياه وكمياتها والعمل على معالجتها وتقليلها بقدر الإمكان كما يجب تركيب عدادات قياس استهلاك للمياه للمباني الإدارية لحساب الاستهلاك والحد من التسرب واستهلاك بدون داع
٣. يجب عمل الدراسات اللازمة للحد من فاقد مياه الغسيل للمرشحات وذلك بتحقيق أفضل غسيل ممكن للمرشح مع أقل كمية للمياه وسيتم ذلك بطريقة المتابعة العملية والتجربة لعدة أنظمة للغسيل بحيث يتم الحصول على الوضع الأمثل لعملية الغسيل بالماء والهواء وتعد دراسات واستخدام المحطات النموذج (PILOT PLANTS)هي الأفضل في إجراء هذه الدراسات
٤. يمكن إيقاف طلمبات العينات عند وجود أماكن تتوافر بها ضغوط معقولة لوصول المياه للأجهزة بالموقع أو المعمل وبالتالي يتم خفض كمية المياه والطاقة الكهربية المستهلكة أيضا
٥. عند استخدام طلمبات العينات يجب عمل الضبط اللازم لها لإعطاء كمية المياه المطلوبة بدون فاقد زائد بدون التأثير على الأجزاء الميكانيكية للوحدة
٦. لا يتم استخدام مياه الغسيل (FLUSHING) في غير المخصص لها ويتم تقنين عمليه الغسيل للأحواض عند وجود صيانة بها لتوفير أكبر قدر من المياه المرشحة التي تم صرف الخامات والكهرباء والصيانة وخلافه عليها
٧. يتم استخدام المياه العكرة في ري الحدائق والمتنزهات ولا يتم استخدام المياه المرشحة

١٠. فرص تحسين كفاءة استخدام الطاقة في شركات مياه الشرب والصرف الصحي

تعتبر عمليات تنقية مياه الشرب ومعالجة الصرف الصحي من العمليات كثيفة الاستهلاك للطاقة حيث تمثل تكلفة الطاقة في حدود ٥٠% من تكلفة انتاج او معالجة ١ متر٣ من المياه.

يمكن تقسيم فرص تحسين كفاءة الطاقة في هذه الشركات الى ثلاث مستويات:

- الفرص منخفضة التكاليف وذات العائد السريع
- فرص متوسطة التكاليف وذات عائد متوسط
- فرص عالية التكاليف

أولا فرص منخفضة التكاليف

تتمثل هذه الفرص في اجراءات الصيانة والتشغيل وتشمل:

١. خفض التسريب في المحطات والشبكات
٢. ادارة الاحمال لضمان عمل الطلمبات عند اعلي كفاءة مما يستلزم اغلاق أو تشغيل الطلمبات الموجودة علي التوازي للتناسب مع معدل السريان والضغط المطلوبين.

٣. التأكد من عدم وجود حيود Misalignment بين محوري الطلمبة والمحرك الكهربائي.
٤. مراجعة الخلوصات الداخلية بين اجراء الطلمبات.
٥. خرط ريش الطلمبات Trimming أو استبدالها باخري اصغر في حالة وجود طلمبات ذات سعة أكبر من السعة المطلوبة.
٦. استخدام المولدات الاحتياطية لتخفيض الاحمال في أوقات الذروة.
٧. تكسية اسطح وعاء الطلمبةVolute لخفض فواقد الاحتكاك.

فرص متوسطة التكاليف ذات جدوي اقتصادية مرتفعة تشمل تلك الفرص الاتي:

١. تحسين معامل القدرة حتى ٩٥% بما يسمح ليس فقط بتفادي غرامة معامل القدرة بل الحصول على وفر إضافي يعادل ٠،٥ % لكل ١% زيادة في معامل القدرة عن ٩٢% وحتى ٩٥%.
٢. استخدام مغيرات السرعة.
٣. استبدال الطلمبات التي لا تتناسب مع السعة المطلوبة.
٤. استخدام الطلمبات المساعدة Booster Pumps وذلك لفصل خطوط المياه ذات الضغط المرتفع عن تلك الطلمبات ذات الضغط المنخفض.
٥. مراجعة سعات المحركات الكهربية وكفاءتها بحيث لا تزيد عن ٢٠% عن القدرة اللازمة للطلمبة واستبدال ذات الكفاءة المتدنية خاصة التي تم لفها عدة مرات.

فرص عالية التكاليف

علي الرغم من أن هذه المجموعة من الفرص عالية التكاليف الا انها قد تكون ذات جدوي اقتصادية مرتفعة.

- **اهم تلك الفرص تشمل الاتي:**

- توليد الكهرباء من الحمأة في محطات معالجة مياه الصرف.
- تشمل تخمير الحمأة في المخمرات اللاهوائية واستخدام الغاز الناتج في توليد الكهرباء باستخدام محركات غازية
- الحرق المباشر للحمأة في مهد مميعة Fluidized Bed واستخدام الطاقة الناتجة لتوليد البخار اللازم لتوليد الكهرباء باستخدام تربينات البخار.
- التعاون للمركز القومي للتحكم في الكهرباء باستخدام المولدات الاحتياطية لخفض الحمل الأقصى أوقات الذروة.

- يمكن كذلك توليد الكهرباء من شبكات الصرف عندما يتم صرف المياه من اماكن مرتفعة.

استخدام طرق مرشدة للطاقة في عمليات التهوية في محطات الصرف الصحي:

- تمثل استهلاك عملية التهوية في محطات معالجة مياه الصرف الصحي حوالي ٥٠ – ٧٥ % من الطاقة المستهلكة في تلك المحطات.
- تعتبر عملية التهوية السطحية من العمليات قليلة الكفاءة
- يمكن رفع كفاءة تلك العملية عن طريق:
  - استخدام الفقعات المتصاعدة.
  - استخدام التهوية بالنفث.

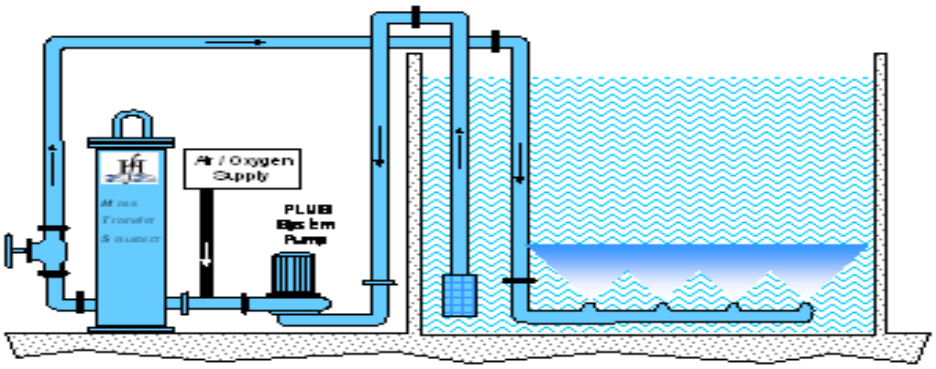
- عمليات التهوية عالية الكفاءة:

– عملية التهوية باستخدام الفقاعات المتصاعدة تؤدي لخفض في استهلاك الطاقة يصل الي ٥٠% من تلك اللازمة في حالة التهوية السطحية. كذلك خفض في مدة بقاء المياه في حوض التهوية مما يؤدي لزيادة انتاجية المحطة.

– يمكن زيادة كفاءة التهوية علي طريق دفع أكسجين اضافي.

– التهوية باستخدام النفث يمكن أن يؤدي لوفر اضافي في الطاقة.

– تعديل نظام التهوية يكون دائما ذو جدوى اقتصادية مرتفعة.



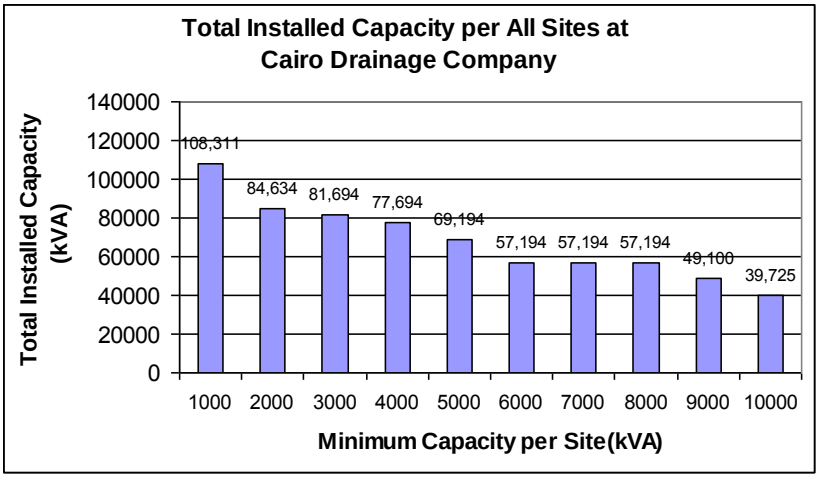
التهوية باستخدام فقاعات متصاعدة مع أكسجين

التهوية باستخدام أسلوب النفث

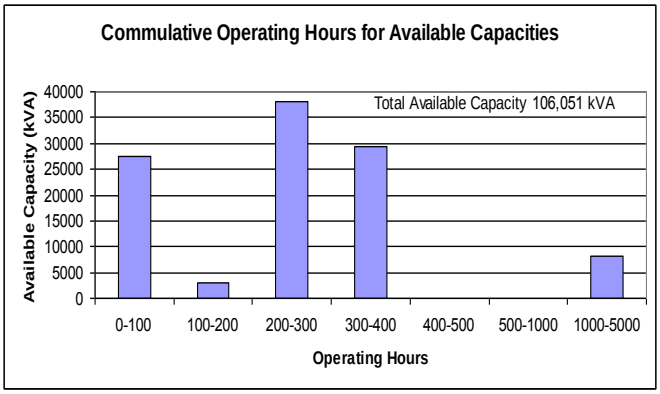
استخدام المولدات الاحتياطية لخفض احمال شبكة الكهرباء وقت الذروة:

تمتلك محطات المياه والصرف الصحي قدرات عالية من وحدات التوليد الاحتياطية.

- لا يتم استخدام تلك الوحدات الا في حالات انقطاع التيار الكهربائي وهي نادرة نظرا لتغذية جميع المحطات بأكثر من مغذي وبالتالي فان معدل استخدام تلك المولدات منخفض.
- يمكن لشبكة الكهرباء استخدام تلك المولدات لخفض الحمل الأقصى بالشبكة وقت الذروة نظير دفع رسم مقابل ذلك لشركات المياه والصرف الصحي.



- يقدر العائد الذي يمكن أن يتحقق من ذلك المشروع لشركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبري بحوالي ٦ مليون جنيه سنويا.
- لا يمثل ذلك لاستخدام اخلالا بوظيفة هذا الوحدات الاساسية كوحدات احتياطية حيث لن يزيد عدد الساعات المطلوبة عن ٤٠٠ ساعة سنويا.



اجراءات اخري لرفع كفاءة استخدام الطاقة

- تبني برنامج لترشيد استهلاك المياه لدي المستخدمين
- تبني برنامج لإدارة الطلب علي المياه لدي المستخدمين.
- برنامج ادارة الطلب علي المياه لدي المستخدمين (DSM)
- تغيير استهلاك المياه علي مدار ساعات اليوم وكذلك علي مدار أشهر السنة.
- يرتفع استهلاك الطاقة النوعي عند ساعات الذروة وذلك لارتفاع الفواقد في الشبكات.
- انخفاض الطلب يمثل عدم كفاءة استخدام المحطات والشبكات المتاحة مما يؤدي لارتفاع التكلفة.
- تنفيذ برنامج آليات ادارة الطلب علي المياه حيث يهدف برنامج ادارة الطلب علي المياه لدي المستخدمين لرفع كفاءة الاستخدام وخفض الفواقد عن طريق تحسين معامل استخدام المحطات والشبكات كذلك خفض الحمل الأقصى مما يؤدي لخفض القيمة القسط الثابت في فاتورة الكهرباء.
- يهدف برنامج ادارة الطلب علي المياه لدي المستخدمين لرفع كفاءة الاستخدام وخفض الفواقد عن طريق تحسين معامل استخدام المحطات والشبكات كذلك خفض الحمل الأقصى مما يؤدي لخفض القيمة القسط الثابت في فاتورة الكهرباء

- تطبيق تعريفة مزدوجة للمياه (يمكن البدء بتطبيق التعريفة الافتراضية)
- تطبيق عقود خفض الاستخدام مع المستهلكين بالاتفاق مع شركات المياه
- زيادة خزانات المياه علي شبكة التوزيع لرفع كفاءة استخدام المحطات والشبكات.

١١. كفاءة أجهزة القياس:

(مالا يمكن قياسه لا يمكن إدارته). بهذه المقولة الشهيرة أو الحكمة إن جاز لنا التعبير نستطيع أن نقول أن أجهزة القياس داخل منظومة مياه الشرب تعتبر هي رمان الميزان لعملية التشغيل الاقتصادي.

ويمكن إجمال أهمية أجهزة القياس في عملية التشغيل الاقتصادي كما يلى:

أ. أجهزة قياس التصرف والضغط:

- التعرف على كميات المياه الداخلة للمحطة (العكرة) وضبط جرعات الشبة والكلور والكيماويات عليها بما يحد من عملية الإهدار والإضافة العشوائية للمواد الكيماوية

وكذا تحديد كميات المياه الخارجة اللازمة لاستهلاك المشتركين ووصول المياه بالضغوط المناسبة بدون فواقد عالية للمياه. وتحديد كميات مياه الغسيل والفاقد بشكل عام داخل المحطة مم يؤدى للتحكم المثالي في الفواقد والتسريبات داخل المنظومة.

- أيضا فإن استخدام أجهزة قياس التصرف والضغوط في مواقع الشبكات المختلفة يعطى صورة متكاملة عن سير المياه داخل التفرعات وبالتالي فإنه يعتبر بمثابة تقرير دوري بحالة الشبكة ويمكن القائمين على التشغيل من التحكم في قيم الفواقد وتحديد أماكن التسربات
- أجهزة قياس التصرف لمعدات إضافة الكيماويات تساعد في خفض الفاقد من الكيماويات المستخدمة وتوفير التكلفة.

ب. أجهزة قياس الجودة:

استخدام أجهزة قياس جودة المياه مثل (الكلور المتبقي – العكارة – PH –....) تمكن المشغل من معرفة وإدارة الحدود العليا والدنيا من القيم المطلوبة طبقا للمواصفة المصرية لمياه الشرب وبالتالي فإنها تساعد على ما يلى:

- عدم تعدى الحدود الأقل والأقصى للعناصر المطلوبة وبالتالي عد الدخول تحت طائلة القانون ومخالفة اللوائح الخاصة بوزارة الصحة
- استخدام الجرعات المثلى من الكيماويات
- مثال تطبيقي: عند إضافة كمية عالية من الكلور النهائي بعد المرشحات وبقياس الكلور الحر المتبقي وجد أنه في حدود ٥ جزء في المليون وحيث أن تعليمات التشغيل تنص على عدم تعدى هذه القيمة ل ٣ جزء في المليون ففي هذه الحالة يلزم على المشغل اتخاذ إجراء لتلاشى ٢ جزء في المليون ويكون ذلك بإحدى طريقتين أولهما بإضافة مزيل كلور والثاني هو التخلص من المياه الموجودة بالخزان وكلا الطريقتين تؤدى لتكلفة عالية لعملية التشغيل
- وبالتالي فإنه يمكن القول بأن استخدام أجهزة القياس يعتبر من العناصر الهامة في خفض تكلفة التشغيل

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

- مهندس / محمد غنيم شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / محمد صالح شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / يسري سعد الدين عرابي شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / عبد الحكيم الباز محمود شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / محمد رجب الزغبي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
- مهندس / رمضان شعبان رضوان شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / عبد الهادي محمد عبد القوي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندس / حسني عبده حجاب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
- مهندسة / إنصاف عبد الرحيم محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بسوهاج
- مهندس / محمد عبد الحليم عبد الشافي شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالمنيا
- مهندس / سامي موريس نجيب شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالغربية
- مهندس / جويدة علي سليمان شركة مياه الشرب بالأسكندرية
- مهندسة / وفاء فليب إسحاق شركة مياه الشرب والصرف الصحي ببني سويف
- مهندس / محمد أحمد الشافعي الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / محمد بدوي عسل شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد غانم الجابري شركة مياه الشرب والصرف الصحي بدمياط
- مهندس / محمد نبيل محمد حسن شركة مياه الشرب بالقاهرة
- مهندس / أحمد عبد العظيم شركة مياه الشرب القاهرة
- مهندس / السيد رجب محمد شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالبحيرة
- مهندس / نصر الدين عباس شركة مياه الشرب والصرف الصحي بقنا
- مهندس / مصطفي محمد فراج الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
- مهندس / فايز بدر المعونة الألمانية (GIZ)
- مهندس / عادل أبو طالب المعونة الألمانية (GIZ)